

Guía de instalación de sistemas de aire comprimido

Consideraciones de diseño para un sistema de aire comprimido confiable, eficiente y seguro.

Elaborado por especialistas en aire comprimido e ingeniería de KAESER.

Acerca de los autores.

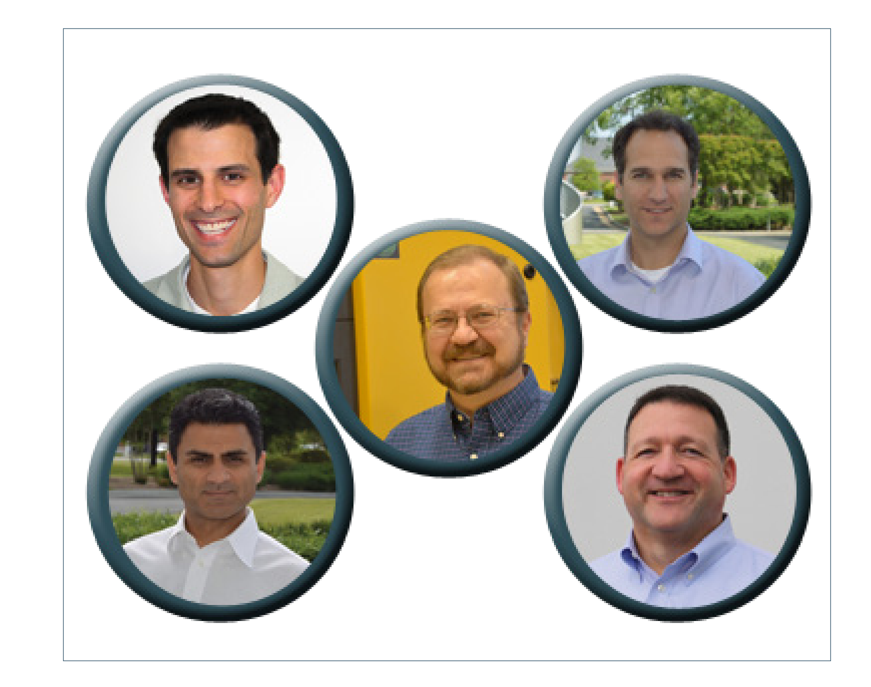
Esta guía fue escrita por el equipo de ingenieros y especialistas en aire comprimido de KAESER.

En KAESER creemos que mientras más conocimiento tenga acerca de sistemas de aire comprimido, más provecho podrá sacar de ellos, razón por la cual estamos comprometidos en ofrecerle información actualizada que usted necesite para instalar correctamente, operar y mantener su sistema de aire comprimido.

Nuestro objetivo es ayudarle a instalar su sistema de aire comprimido de la mejor manera posible. Las recomendaciones, directrices y advertencias incluidas en esta guía están destinadas para hacerlo así.

Si bien la información incluida en esta guía es lo más completa posible, reconocemos que cada sistema y aplicación son únicos. Aplicar los principios que usted encontrará aquí es un excelente punto de partida para comenzar a optimizar su sistema y adaptarlo a sus necesidades. Contáctenos para soporte adicional.

A lo largo de esta guía hay cuadros con recomendaciones e información adicional. Los vínculos incluidos en estos lo guiarán directamente a información específica que nuestros ingenieros y especialistas en aire comprimido han seleccionado para asistencia adicional con su sistema de aire comprimido.



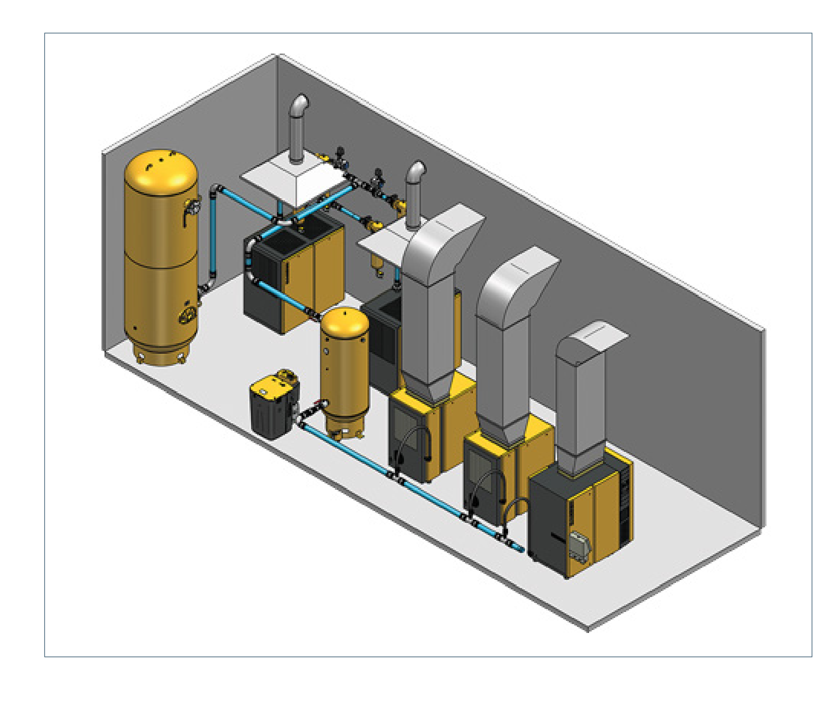
Recomendación:
Busque estos cuadros en esta guía para recomendaciones adicionales.

Más información:
Hay más información en estos cuadros. ¿Quiere saber lo más nuevo de KAESER
Visite www.kaeser.com/connect

Contenido.

Introducción.

Debido a que es un servicio, el aire comprimido usualmente es subestimado. Frecuentemente, al sistema de aire comprimido no se le da el mismo nivel de importancia como a otros equipos de la planta cuando se diseña una instalación nueva. Si está planeando una instalación nueva, tiene la oportunidad de diseñar un sistema de aire comprimido óptimo. Quienes están modernizando un sistema de aire comprimido, a menudo enfrentan numerosas restricciones físicas, por lo que se requieren soluciones creativas. En ambos casos, si está modificando un sistema de aire comprimido o planeando un nuevo sistema, la información contenida en esta guía le ayudará en: identificar la mejor configuración posible y obtener el mejor desempeño de su sistema de aire comprimido. ¡Aproveche la oportunidad! Será beneficiado con un sistema de mayor rendimiento energético, más fácil de mantener además de entregarle la cantidad y calidad de aire que requiera.



Para los fines de esta guía, se asume que usted identifica los tres parámetros críticos de cualquier sistema de aire comprimido: (1) presión, (2) flujo y (3) calidad del aire. Estos datos deben determinarse a fin de: seleccionar el tamaño adecuado de los compresores, secadores, filtros, tubería, etc. De lo contrario, la guía contiene algunos ejemplos básicos de aplicaciones y directrices en cuanto al nivel de tratamiento de aire comprimido que necesita cada uno. Le recomendamos que consulte a un especialista en aire comprimido, para una medición exacta de estos parámetros.

> ...los tres parámetros críticos de cualquier sistema de aire comprimido: (1) presión, (2) flujo y (3) calidad del aire...

La mayor parte de esta guía se enfoca en la planeación del diseño e instalación de su sistema de aire comprimido. Se hace énfasis en proveerle un sistema eficiente y de poco mantenimiento. También le ayudará a establecer el cumplimiento de las regulaciones ambientales y de seguridad.

Esta guía debe considerarse como información adicional al manual de mantenimiento de su equipo de aire comprimido KAESER. El manual de mantenimiento contiene información de instalación específica del modelo adquirido.

Los diagramas presentados son ejemplos, no son necesariamente la mejor forma de instalar su sistema. Si requiere asistencia, consulte a un asesor de KAESER con experiencia en instalaciones de sistemas de aire comprimido.

Más información:
contacte a su
asesor de aire comprimido KAESER
autorizado.

Ubicación

{ *El rendimiento es afectado por el entorno.*

Ubicación: recomendaciones generales.

La recepción de su embarque es una de las primeras consideraciones para preparar su nueva instalación. El equipo puede sufrir daños en el transporte. Es importante que lo proteja. Asegúrese de inspeccionar a fondo su equipo transportado antes de firmar de recibido. El video con las recomendaciones de transporte tiene todo lo que necesita saber sobre todo tipo de embarque comercial y la forma correcta de recibirlo.

En resumen:

- No firme de recibido hasta haber revisado.
- Revise el indicador de posición.
- Abra el empaque.
- Busque señales de empaque alterado.

Nuestros compresores incluyen un instructivo de transporte en el empaque. Lea cuidadosamente la información del instructivo.



Ubicación: recomendaciones generales.

Temperaturas extremas (bajas o elevadas), humedad y contaminantes en el aire pueden afectar significativamente la durabilidad del compresor y la calidad del aire. Por estas lo anterior, recomendamos instalar los compresores en interiores, pues a menudo el ruido generado por los compresores representa un problema para poder instalarlos en lugares abiertos. KAESER Compresores incluye cabinas de insonorización diseñadas para reducir los niveles de ruido significativamente.

Sin embargo en ocasiones las condiciones ambientales en el interior de las instalaciones pueden ser peores que en el exterior. Temperatura excesiva, polvo/suciedad, químicos corrosivos y otras condiciones podrían justificar una instalación en el exterior. Si la instalación en el exterior es necesaria, los equipos se deben instalar debajo de un techo.



“Temperatura excesiva, polvo/suciedad, químicos corrosivos y otras condiciones podrían justificar una instalación en el exterior...

Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados
Tubería
Mantenimiento preventivo
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados
Tubería
Mantenimiento preventivo
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

Ubicación: piso.

No es necesario un anclaje o una cimentación especial para los compresores de tornillo. El compresor debe colocarse en una superficie nivelada capaz de soportar las cargas combinadas del compresor y el equipo utilizado para la maniobra.





Ubicación: acceso.

La puerta del cuarto de compresores debe ser suficientemente grande para realizar la maniobra del compresor con el equipo necesario, tal como montacargas, grúa o plataforma. El espacio en la periferia del equipo debe ser el adecuado para:

- Abrir las puertas y los paneles de acceso para el mantenimiento.
- Remover o reemplazar componentes.
- La instalación de equipo para tratamiento de aire y la tubería.
- Proveer una ventilación adecuada.

KAESER ha diseñado sus compresores de tal manera que es fácil el acceso a los componentes internos. No anule esta característica mediante el bloqueo de puertas para mantenimiento. El manual de servicio contiene un dibujo con dimensiones de equipo específico.





Más información:
¿Necesita el manual de servicio? contacte a su asesor de aire comprimido KAESER autorizado.

Ubicación: consideraciones ambientales.

Temperatura: tenga en cuenta que la temperatura del sistema impacta la operación del equipo, asegúrese de que la temperatura permanezca dentro del rango indicado en el manual del equipo. Para los componentes de tratamiento de aire, deben utilizarse los factores de corrección de secadores.

La baja temperatura podría impedir el flujo adecuado de algunos tipos de lubricantes y provocar la condensación de humedad –la cual es indeseable- en las líneas de control y en otros componentes. Para aplicaciones con baja temperatura ambiente, KAESER ofrece opciones para proteger el compresor, incluyendo calefactores para la cabina y resistencias eléctricas recubiertas.

Por otro lado, la alta temperatura ambiente, afecta la vida del lubricante. A su vez puede causar una temperatura de aproximación excesivamente alta, lo cual dificulta el enfriamiento y la eficiencia de condensación en el posenfriador y subsecuentemente en el equipo de tratamiento de aire. (Más información ver la sección de ventilación).





Ubicación: consideraciones ambientales.

Ambiente con partículas: la cabina KAESER y el prefiltro protegen el interior del compresor del polvo y la suciedad. En áreas con demasiado polvo será necesario limpiar y reemplazar los filtros con mayor frecuencia. Para aplicaciones con alta contaminación de polvo como harina, cemento o producción de talco, se requiere la opción de filtros de alta contaminación.

Humedad: si es posible, evite exponer el compresor a una humedad excesiva en el ambiente, tal como lluvia, salidas de vapor, venteo de secadores, etc. La humedad excesiva puede conducir a problemas en el motor eléctrico, provoca corrosión en la cabina y en los componentes internos y problemas de lubricación. KAESER ofrece numerosas opciones para permitir la operación del compresor en condiciones humedad y salpicado de agua, incluyendo resistencia eléctrica para calentar los devanados del motor, cubiertas para protección de la lluvia y puertas con clasificación NEMA 4.

Corrosión: aísle el compresor de agentes corrosivos, tales como rocío de sales, amoniaco, cloro y otros químicos. Estos pueden degradar las superficies protectoras de la cabina, atacar y erosionar los componentes internos y contaminar lubricantes y filtros.



Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados
Tubería
Mantenimiento preventivo
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

Ubicación: equipo opcional.

Cubiertas de protección contra la lluvia: como se mencionó, el compresor normalmente debe ser instalado en interiores. Si debe ser instalado en exteriores, debería tener protección en la parte superior contra la lluvia y nieve. Si no cuenta con protección o es alcanzado por lluvia o nieve, se deben instalar cubiertas para protección de la lluvia en el lado de admisión y expulsión de aire caliente. Están disponibles instaladas desde la fábrica de KAESER o como un juego de accesorios para instalar.

Resistencia para calentar los devanados del motor: en ambientes húmedos o expuestos a salpicaduras de agua, una resistencia para calentar los devanados del motor va prevenir la humedad proveniente de la acumulación y condensación dentro del embobinado del motor del compresor, cuando el motor se apaga. La resistencia para calentar los devanados del motor se apaga durante la operación. Están disponibles instaladas desde la fábrica de KAESER.



El compresor de la imagen muestra las cubiertas para protección contra la lluvia (opcional) y la cubierta para el controlador del compresor que proteje del ingreso de contaminación y agua.

Ubicación: equipo opcional.

Calefactores para la cabina: si la temperatura ambiente del aire de admisión cae por debajo de 40 °F, pero se mantiene arriba de 25 °F, debe instalarse un calefactor para cabina. Los calefactores para la cabina están diseñados para mantener la temperatura de la cabina a 40 °F. Esto asegura el flujo apropiado de aceite durante el arranque e inhibe la acumulación de humedad dentro de la cabina. Es controlado con un termostato y se apaga una vez que alcanza la temperatura mínima de operación en el interior de la cabina. Están disponibles instalados desde fábrica de KAESER o como un juego de accesorios para instalar.

Sistema de recirculación de aire de caliente: si su compresor está ubicado de tal forma que va a quedar expuesto a temperaturas entre 5 °F y 25 °F, KAESER sugiere instalar un sistema de recirculación de aire caliente expulsado por el compresor. El aire caliente expulsado del compresor regresa a la admisión para mantener la temperatura mínima de operación y prevenir congelamiento de la humedad en los componentes del compresor. Debido a que los compresores producen aproximadamente 2550 Btu/h por hp, el compresor es una excelente fuente de aire caliente.

No olvide que en baja temperatura, el posenfriador y las líneas de control podrían congelarse incluso cuando el compresor está operando y la unidad de compresión alcanza su temperatura de operación. Para este caso, es necesario instalar una combinación de calentadores para la cabina, resistencias eléctricas recubiertas con una cinta y ducto con recirculación de aire caliente.

Opción para temperatura ambiente elevada: los componentes del compresor pueden solicitarse en un pedido especial para operar en temperaturas hasta 126 °F. No están disponibles como un juego de accesorios para instalar.



Recomendación:
Aunque KAESER puede asesorarlo en el diseño del ducto, recomendamos que contacte a un especialista en aire acondicionado para la fabricación e instalación.

Ventilación



Opciones para asegurar una ventilación apropiada y duración de los equipos.

Ventilación.

Los compresores, secadores refrigerativos y secadores regenerados con aire caliente, producen grandes cantidades de calor. Los compresores producen aproximadamente 2550 Btu por hp. Si el calor no es removido del cuarto de compresores, la temperatura en el interior puede incrementarse, reduciendo la eficiencia del sistema y la comodidad del operador. Hay varias formas para proveer la ventilación, las cuales consideran los siguientes factores:

- Condiciones del cuarto de compresores.
- Condiciones externas.
- Si tiene intención de recuperar calor de los compresores.



La imagen muestra cómo deben ser instalados los ductos de expulsión de aire caliente para recuperar calor del compresor, para calentar el cuarto durante el invierno y expulsar el aire caliente del cuarto durante los meses de verano, e incrementar los ahorros de energía en la planta.

Las dimensiones de la entrada de aire fresco debe ser apropiada para evitar presión negativa en el cuarto. Deben instalarse persianas controladas con un termostato en la entrada de aire para ventilación y en el ducto de expulsión del aire caliente del compresor y así proteger las unidades de bajas temperaturas cuando no estén en funcionamiento o cuando funcionen en carga mínima.

En las siguientes páginas, los dibujos proporcionan algunas recomendaciones básicas de una ventilación apropiada.

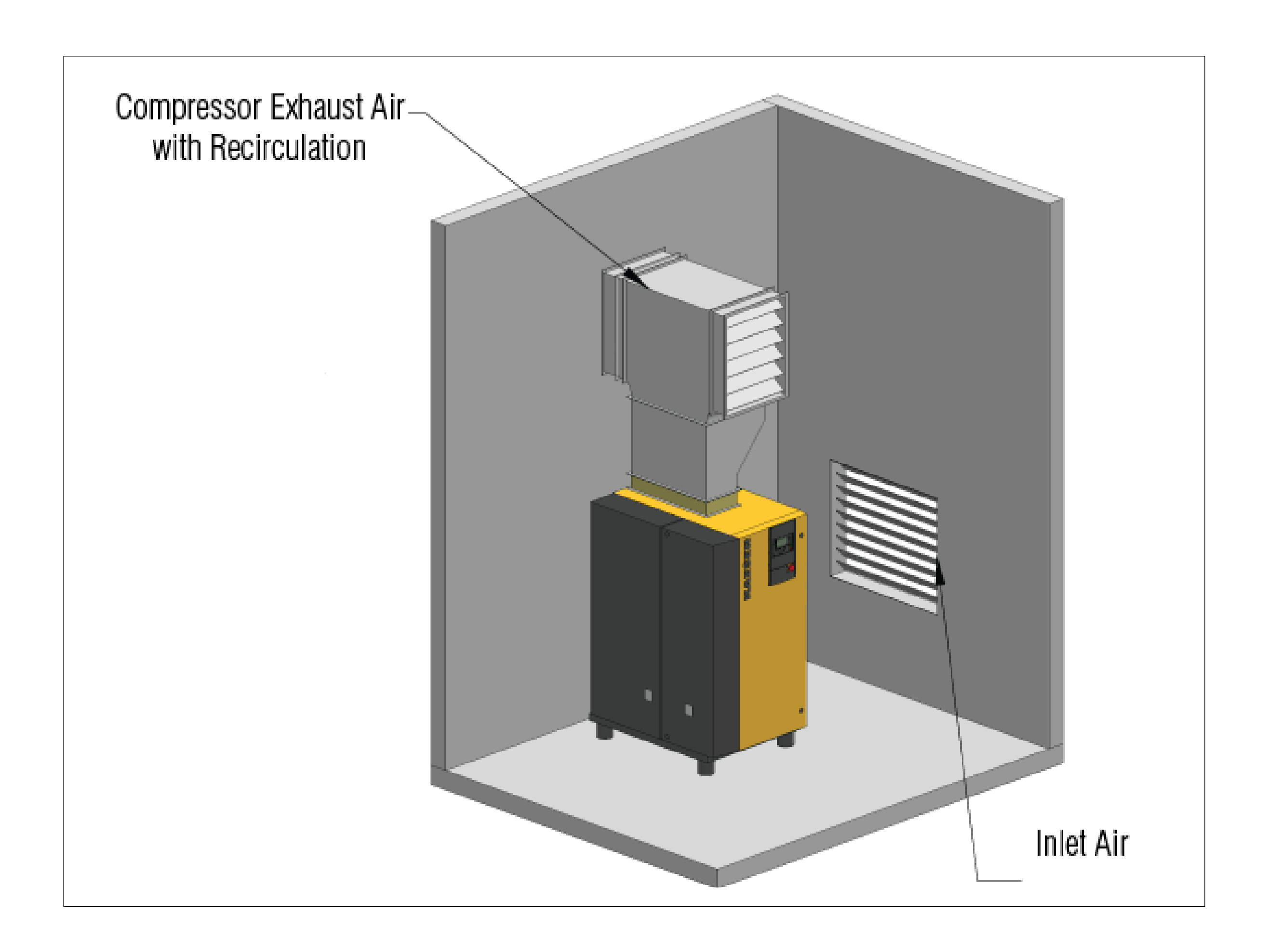


Recomendación:
Información detallada sobre la ventilación apropiada de su compresor se encuentra en la sección de especificaciones técnicas e instalación del manual de servicio.

Más información:
Click aquí para más información sobre cómo integrar la recuperación de calor a la instalación de aire comprimido.

Ventilación.

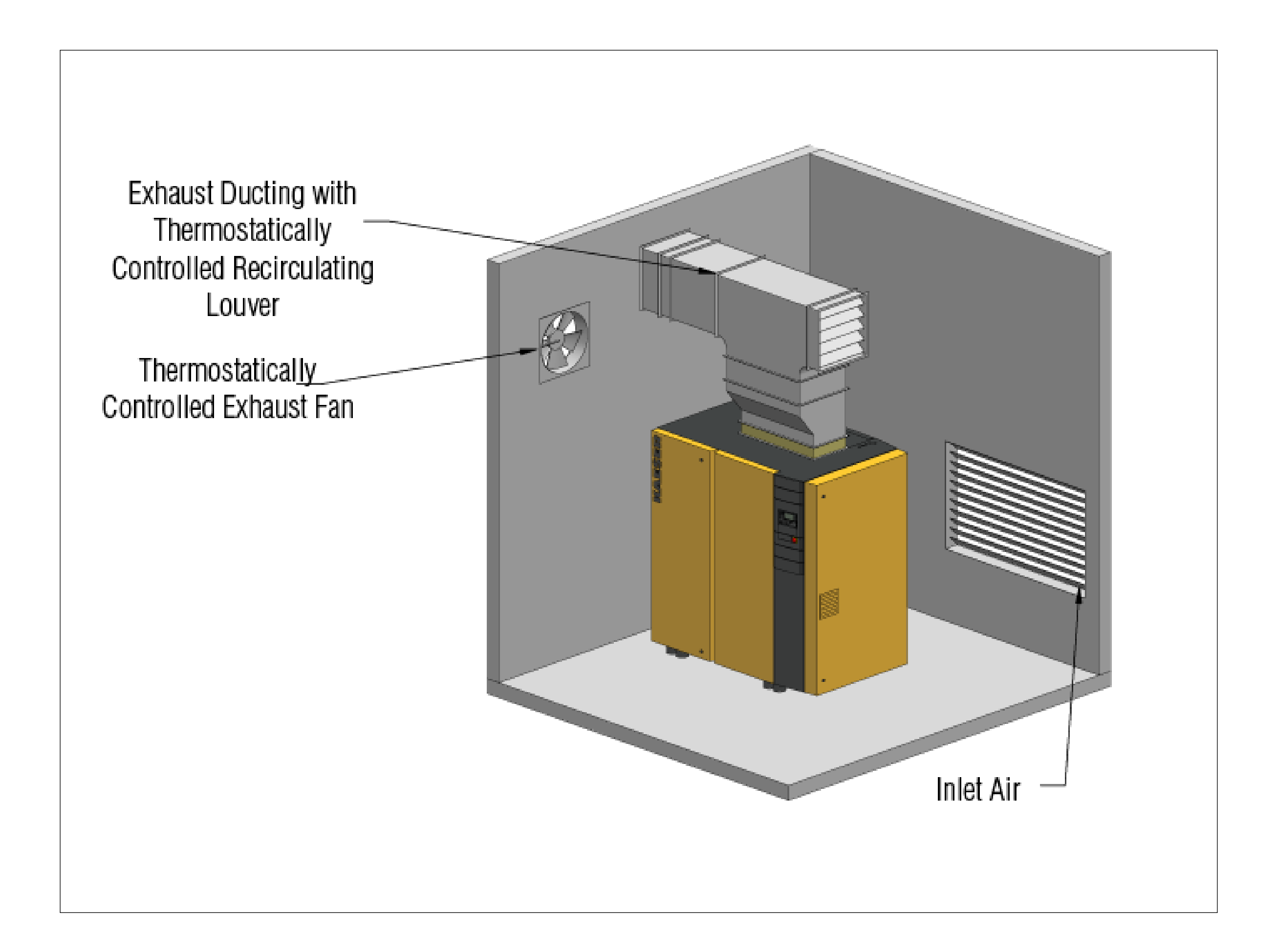
Para compresores pequeños de hasta 15 hp, la admisión y expulsión con persianas suele ser suficiente, como se muestra a continuación.



Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados
Tubería
Mantenimiento preventivo
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

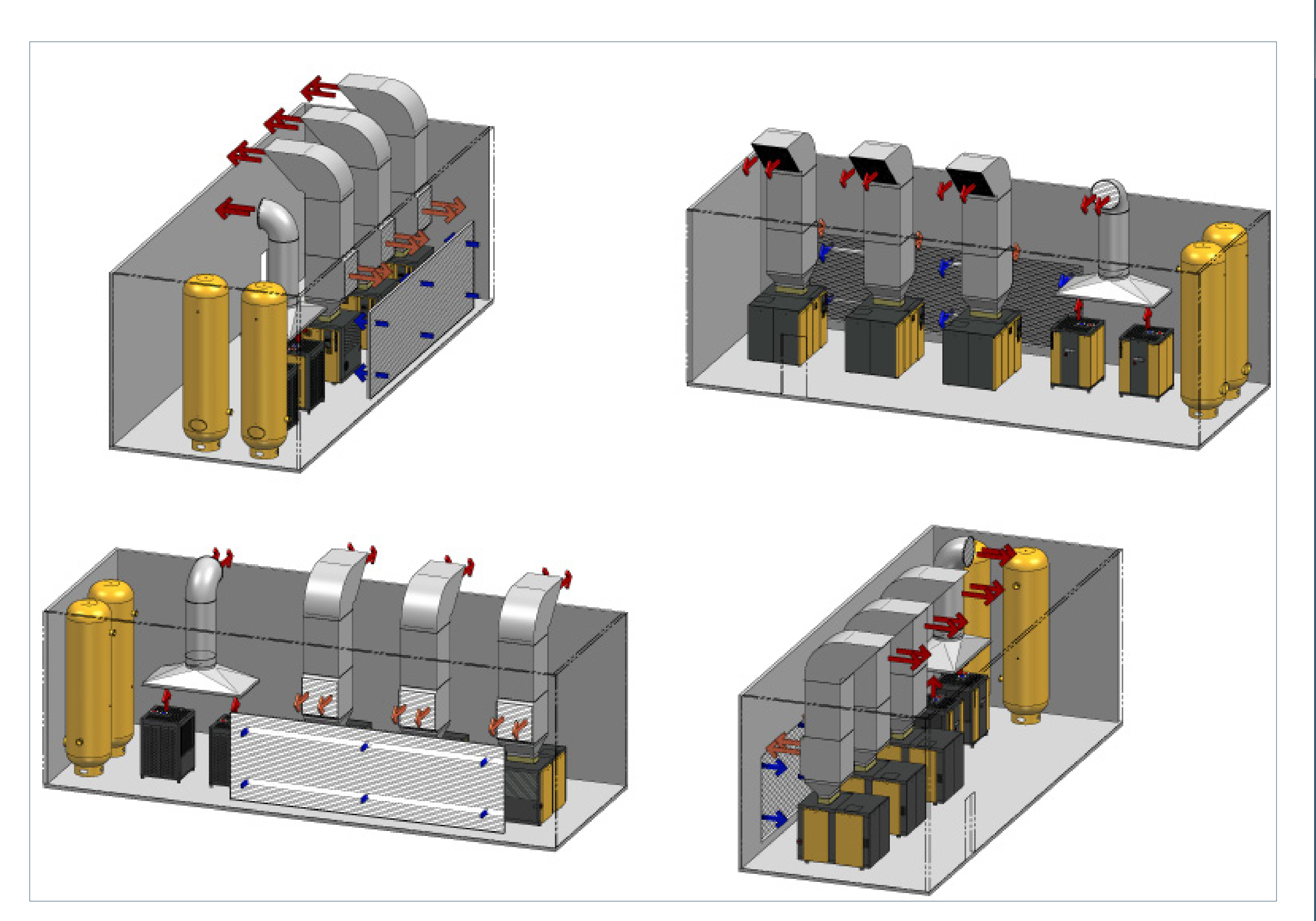
Ventilación.

Ventilación forzada se requere usualmente para compresores grandes mayores de 20 hp como se muestra a continuación:



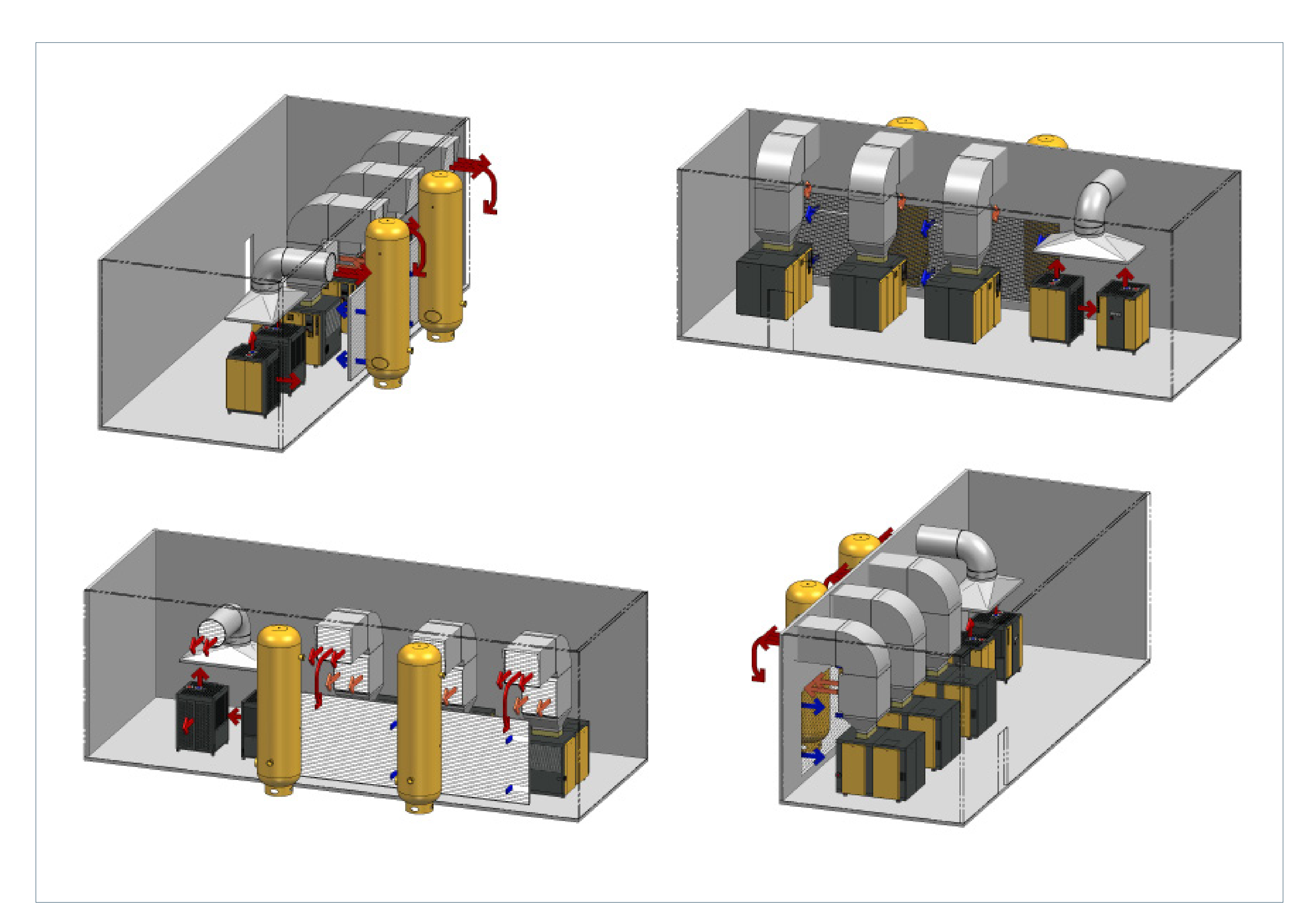
Ventilación.

La figura muestra el arreglo adecuado para múltiples compresores, secadores, tanques para aire comprimido y ventilación adecuada:



Ventilación.

No colocar equipos de tal manera que el aire caliente expulsado por los compresores se descargue sobre el tanque de aire comprimido, secadores o en la admisión de aire de otro compresor como se muestra:



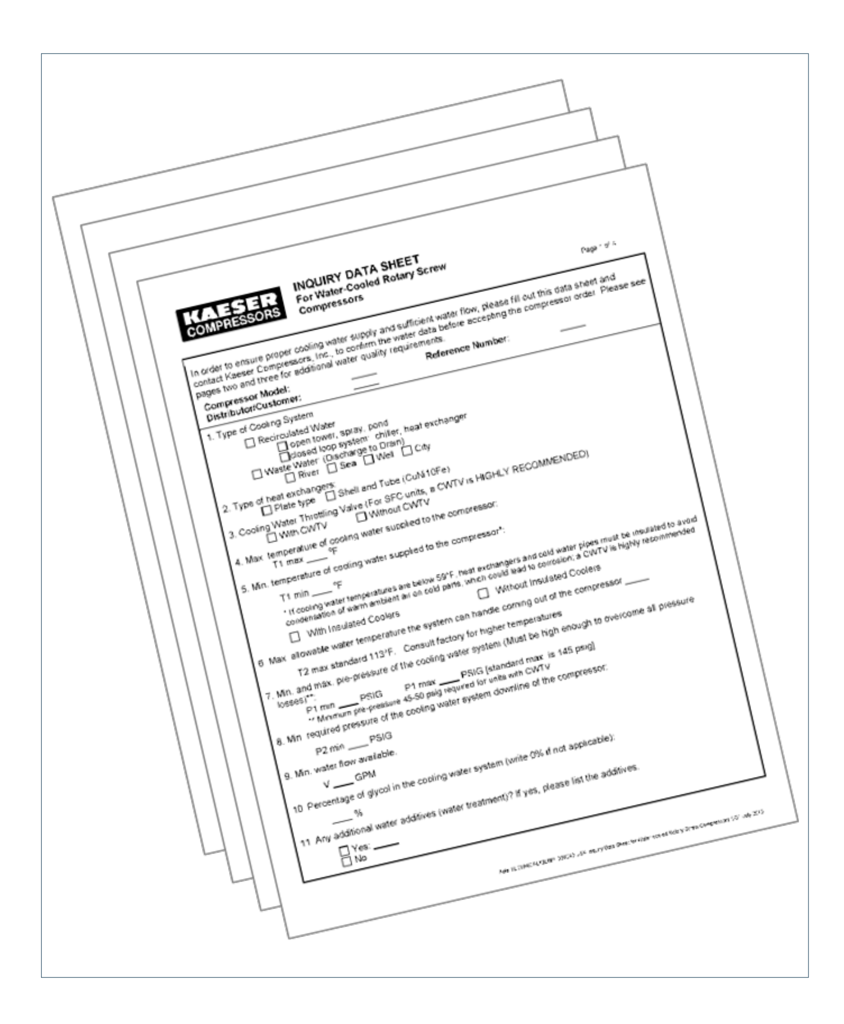
Enfriamiento por agua

{ *Consideraciones adicionales importantes.*

Enfriamiento por agua.

A pesar de que el enfriamiento estándar en compresores KAESER es por aire, el enfriamiento por agua es una opción (para KAESER a partir de 40 hp). Los clientes que planean instalar compresores enfriados por agua, recibirán un formato para llenarlo con cierta información requerida. Además del suministro de agua con ciertas características, debe suministrarse el flujo necesario, pueden requerirse bombas especiales, tubería aislada, filtración, tratamiento de agua y equipos de enfriamiento tales como chillers o torres de enfriamiento. Los datos obtenidos en este formato proporcionan a los ingenieros de aplicaciones de KAESER información detallada acerca de la fuente y características del agua que se utilizará, y les permite seleccionar la tubería de agua de enfriamiento e intercambiadores de calor adecuados para cada aplicación.

Además del costo del agua, el enfriamiento por agua implica consideraciones adicionales, las cuales pueden tener un impacto significativo en el diseño del sistema, instalación y costos de operación. Por ejemplo, los costos de tratamiento y enfriamiento del agua.



KAESER COMPRESSORS

INQUIRY DATA SHEET
For Water-Cooled Rotary Screw Compressors

In order to ensure proper cooling water supply and sufficient water flow, please fill out this data sheet and contact Kaeser Compressors, Inc., to confirm the water data before accepting the compressor order. Please see pages two and three for additional water quality requirements.

Compressor Model: ____ **Reference Number:** ____
Distributor/Customer: ____

1. Type of Cooling System
   - ☐ Recirculated Water
     - ☐ open tower, spray, pond
     - ☐ closed loop system: chiller, heat exchanger
   - ☐ Waste Water (Discharge to Drain)
     - ☐ River ☐ Sea ☐ Well ☐ City
2. Type of heat exchangers:
   - ☐ Plate type ☐ Shell and Tube (CuNi10Fe)
3. Cooling Water Throttling Valve (For SFC units, a CWTV is HIGHLY RECOMMENDED)
   - ☐ With CWTV ☐ Without CWTV
4. Max. temperature of cooling water supplied to the compressor:
   T1 max ____ °F
5. Min. temperature of cooling water supplied to the compressor*:
   T1 min ____ °F
   * If cooling water temperatures are below 59°F, heat exchangers and cold water pipes must be insulated to avoid condensation of warm ambient air on cold parts, which could lead to corrosion; a CWTV is highly recommended
   - ☐ With Insulated Coolers ☐ Without Insulated Coolers
6. Max. allowable water temperature the system can handle coming out of the compressor ____
   T2 max standard 113°F. Consult factory for higher temperatures
7. Min. and max. pre-pressure of the cooling water system (Must be high enough to overcome all pressure losses)**:
   P1 min ____ PSIG P1 max ____ PSIG (standard max. is 145 psig)
   ** Minimum pre-pressure 45-50 psig required for units with CWTV
8. Min. required pressure of the cooling water system downline of the compressor:
   P2 min ____ PSIG
9. Min. water flow available:
   V ____ GPM
10. Percentage of glycol in the cooling water system (write 0% if not applicable):
   ____ %
11. Any additional water additives (water treatment)? If yes, please list the additives.
   - ☐ Yes: ____
   - ☐ No

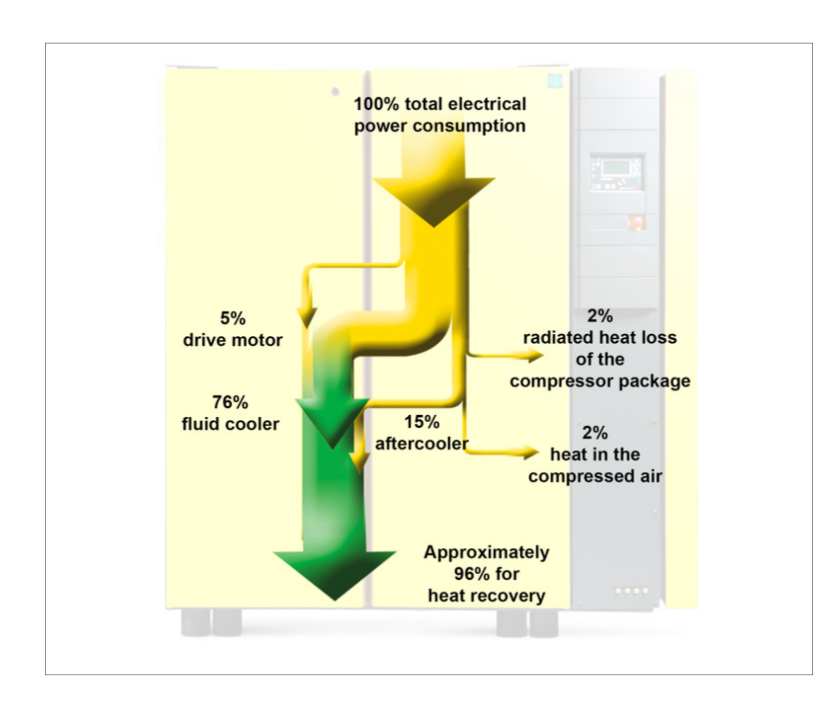
> Clientes que planean instalar compresores enfriados por agua recibirán los formatos para llenar con datos del agua de enfriamiento...

Recomendación:
contacte a su asesor de aire comprimido KAESER para asistencia con los sistemas enfriados por agua.

Enfriamiento por agua: recuperación de calor.

Los equipos enfriados por agua, nos dan la oportunidad de incorporar recuperación de calor para generar ahorros de energía adicionales. El 100% de la energía utilizada por un compresor es convertida en calor. 96% de este calor puede recuperarse, el resto permanece en el aire comprimido o es radiado del compresor hacia los alrededores.

Para compresores enfriados por agua, la descarga de agua de enfriamiento se conecta directamente a un proceso continuo de aplicación de calor generando de esta manera ahorros de energía durante todo el año –por ejemplo el circuito de un calentador-. Otras aplicaciones contemplan: de calentamiento de fluidos, procesos de alimentos y bebidas e incluso calentar agua para regaderas y baños.



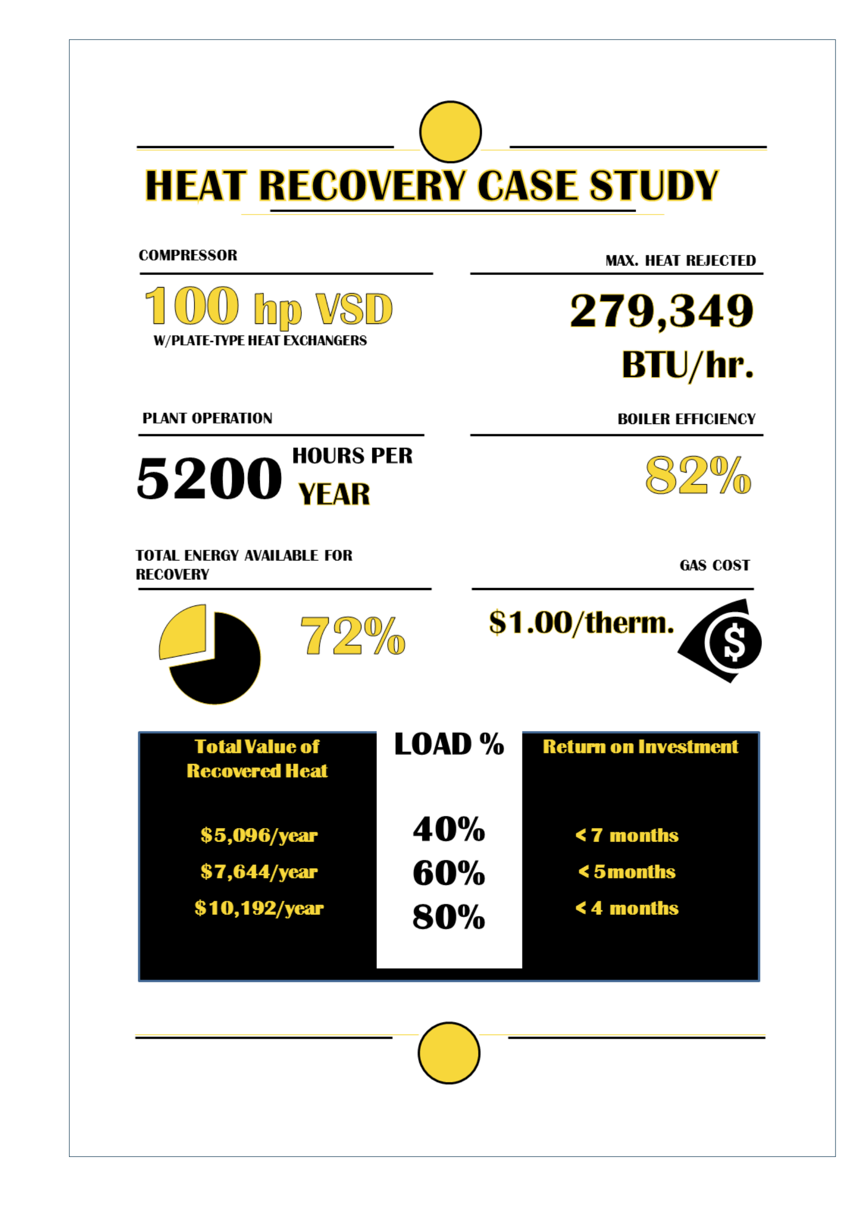
> El 100% de la energía eléctrica utilizada por un compresor de aire tipo industrial es convertida en calor. 96% de este calor se puede recuperar...

Más información:
Click aquí para descargar un documento complementario con más información de ahorros potenciales de energía eléctrica con recuperación de calor

Enfriamiento por agua: ejemplo de recuperación de calor.

La siguiente imagen muestra un ejemplo real de los ahorros potenciales de energía al integrar recuperación de calor en las operaciones de la planta.

Tenga en cuenta que los ahorros de energía dependerán del tipo de fuente de energía que utilice (electricidad, aceite, gas propano, gas natural, carbón), así como el calor que realmente está disponible para recuperarse de los compresores.



Suminstro eléctrico

Suministro eléctrico.

Antes de instalar el compresor, compruebe que el voltaje por suministrar coincida con los datos indicados en la placa de datos del compresor (ubicada dentro del gabinete eléctrico). Si el modelo de su compresor es bifásico o trifásico, asegúrese de tener el cableado adecuado para el voltaje que corresponda.



El voltaje real de operación debe estar dentro de la tolerancia de ±10% con respecto al voltaje indicado en la placa del compresor. Los daños o fallas causadas directa o indirectamente por voltaje insuficiente o excesivo, no serán cubiertos por garantía. Por ejemplo, KAESER no recomienda que los equipos de 230 V trabajen en sistemas de 208 V.

KAESER requiere que se instale un circuito eléctrico dedicado para cada compresor, así como su tablero de desconexión. Lo anterior hace posible bloquear y etiquetar cada equipo por separado sin tener que desenergizar otro equipo que puede estar conectado al mismo tablero eléctrico. Los equipos de tratamiento de aire comprimido que funcionan con energía eléctrica, deben estar energizados por medio de un circuito independiente.

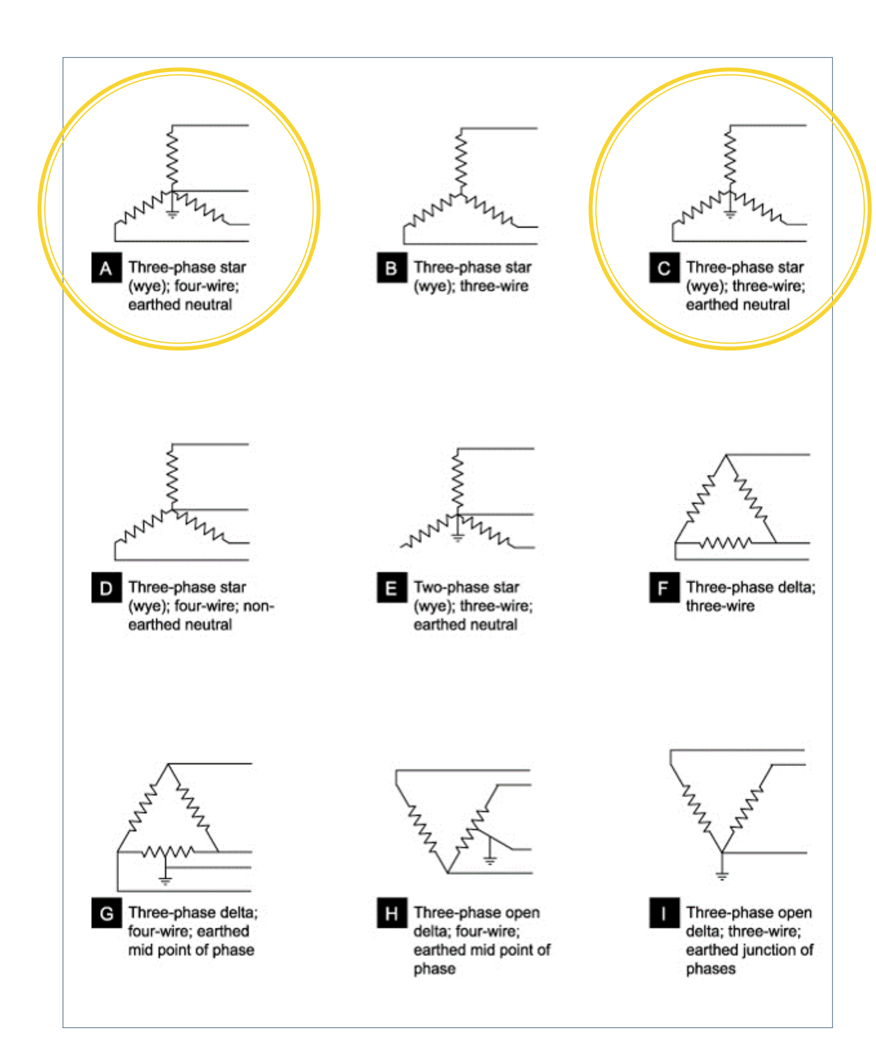
El plan de instalación eléctrica debe incluir el cableado para el controlador maestro (dispositivo de control para dos o más compresores) si es que la estación contará con uno.

El compresor debe estar aterrizado correctamente. Instale un fusible o un interruptor termomagnético de tamaño adecuado entre el compresor y el tablero eléctrico principal.

Suministro eléctrico.

Para equipos de velocidad variable, es necesario asegurar que el transformador tenga una configuración trifásica simétrica. En un sistema trifásico simétrico, los ángulos de fase son iguales y el voltaje tiene la misma magnitud en cada fase.

Las unidades KAESER con Control de Frecuencia Sigma (SFC) requieren un transformador con un sistema trifásico simétrico, cuya configuración de salida sea en estrella. Las 2 configuraciones dentro de los círculos indican las opciones aceptables para equipos con Control de Frecuencia Sigma (SFC).



Suministro eléctrico seguro.



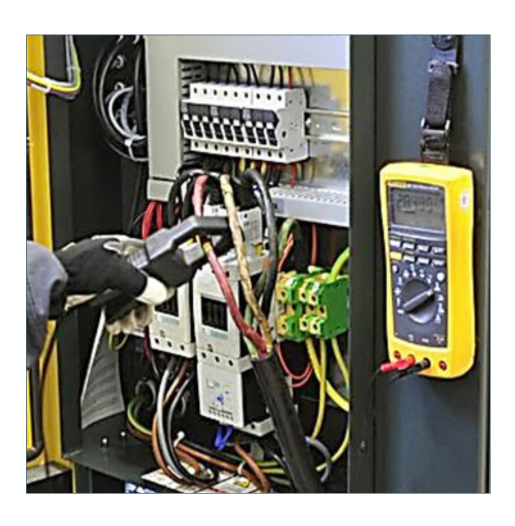
Nunca use tubería o conductos eléctricos como conexión a tierra física.



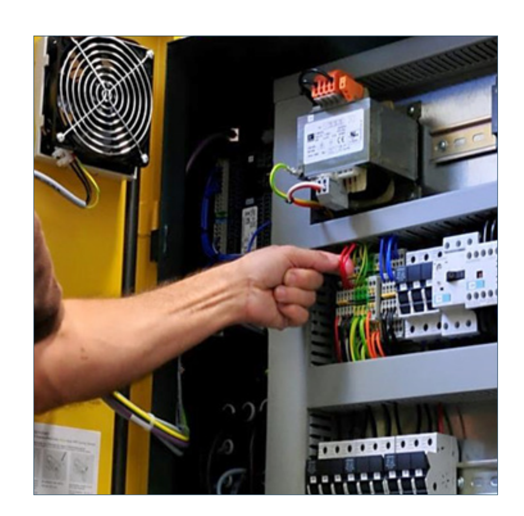
Todo el cableado y conexiones eléctricas deben llevarse a cabo por electricistas calificados, de acuerdo a normas locales vigentes. Los conductores de alimentación deben utilizarse de acuerdo a lo indicado en las hojas de instalación del equipo.



El interruptor de desconexión del suministro eléctrico debe estar a la vista del compresor, debidamente identificado y tener una etiqueta de bloqueo que pueda identificarse fácilmente, en caso de que se sea necesario utilizarla.







Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados
Tubería
Mantenimiento preventivo
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

Almacenamiento correcto del aire

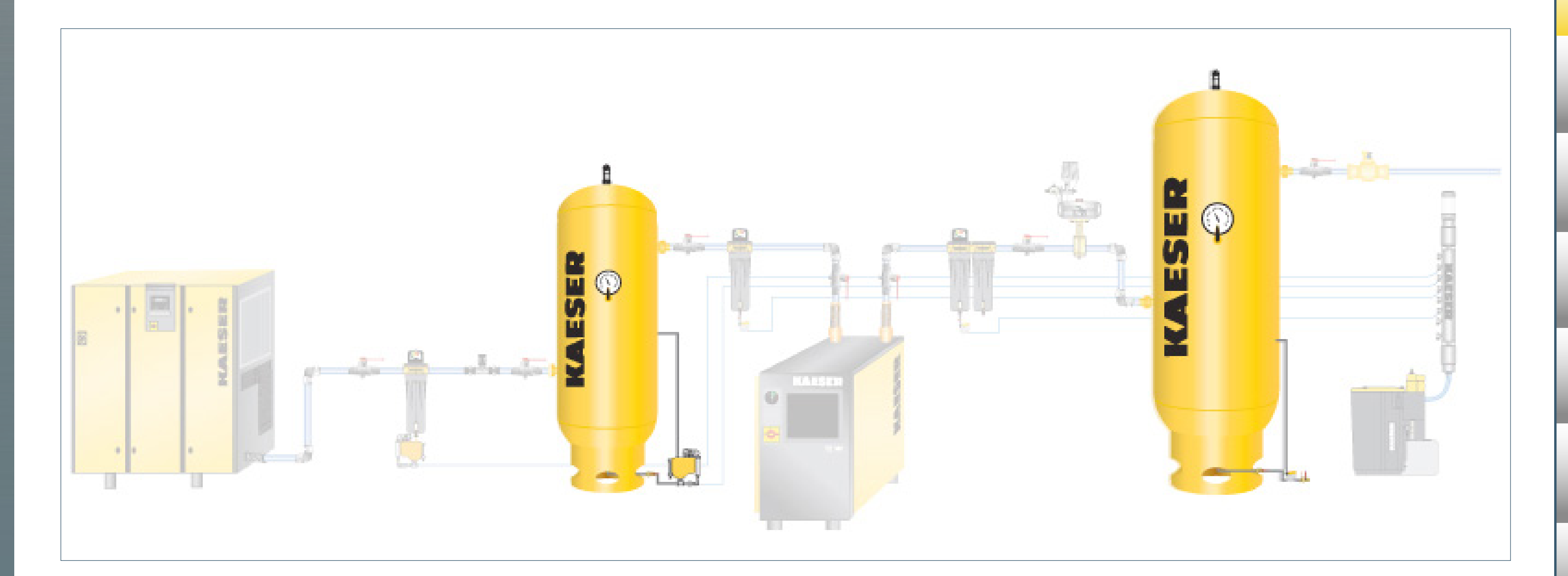


Utilizar tanques secos y húmedos.

Almacenamiento correcto del aire.

Para optimizar el desempeño, KAESER sugiere instalar dos tanques. Un “tanque húmedo” proporciona una fuente constante de aire controlado, enfriamiento del aire adicional y separación de líquidos. Un “tanque seco” almacena el aire limpio y seco para las demandas repentinas.

El tanque “húmedo” debe instalarse después del compresor para separar más condensado del aire comprimido, proveer un flujo estable de aire, asimismo ayuda a evitar ciclos de carga-descarga excesivos del compresor. Adicionalmente este tanque provee cierta protección, contra todos los residuos de aceite arrastrados por un mal funcionamiento del compresor, y los elementos de tratamiento de aire comprimido instalados posteriormente. El tanque húmedo debe seleccionarse considerando de uno a tres galones por cada cfm del compresor a plena carga.



Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados
Tubería
Mantenimiento preventivo
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

Almacenamiento correcto del aire.

El tanque seco debe ser instalado después de todos los componentes de tratamiento de aire comprimido. Este tanque sirve para el almacenamiento principal de aire comprimido del sistema y debe seleccionarse apropiadamente. KAESER sugiere considerar entre tres y cinco galones por cada cfm del compresor a plena carga.

Si se usa un controlador maestro, los sensores de presión deben ser instalados en el tanque seco.

Si su sistema incluye un Controlador de flujo KAESER (KFC), debe ser instalado inmediatamente después del tanque seco. El KFC es un instrumento de precisión que estabiliza la presión al nivel deseado, reduce el costo por fugas y la demanda artificial.



Recomendaciones:
Consejo para dimensionar el tanque:
Tanque húmedo: 1- 3 gal/cfm
Tanque seco: 3 - 5gal/cfm

Información adicional:
Use nuestra herramienta de cálculo para dimensionar el tamaño del tanque para aire comprimido.

Almacenamiento correcto del aire.

Use los siguientes puntos como guía de la instalación de tanques de almacenamiento, húmedos o secos. En cada tanque se debe:

- Conectar la entrada de aire comprimido en la parte inferior y la salida en la parte superior.
- Cumplir con las regulaciones locales.
- Instalar un manómetro en perfectas condiciones.
- Instalar una válvula de seguridad calibrada para la presión del sistema y el flujo total.
- Instalar un dren de condensados confiable en el punto más bajo.
- Instalar válvulas de aislamiento en los puertos de entrada y de salida de aire comprimido.
- Instalarse en un el área ventilada. No colocar los tanques frente al área de expulsión de aire caliente de compresores o secadores, hacerlo puede volver a calentar el aire comprimido, reducir la separación de humedad, y posiblemente reducir la eficiencia de filtros y secadores.

En algunas aplicaciones con demandas intermitentes, se recomienda colocar tanques cerca del punto de uso.



Información adicional:
Vea nuestra publicación en tanques para sistemas pequeños de aire comprimido.

Equipo para mejorar el rendimiento



Optimización de su sistema.

Equipo para mejorar el rendimiento: controladores maestro.

Los controladores maestro administra múltiples compresores de manera más eficiente, mientras que mantienen la presión requerida del sistema más baja, y alternan compresores de la misma capacidad para igualar las horas de servicio.

El algoritmo de un controlador maestro le permite reconocer rápidamente los cambios en la presión del aire comprimido y mantener una menor diferencial de control. A diferencia de los métodos de control de presión en cascada, utilizados en muchos secuenciadores antiguos, los controladores maestros disminuyen la presión promedio del sistema. Esto resulta en una reducción significativa de consumo de energía y en general una mejor estabilidad de la presión en la planta.



Recomendación:
Colocar el sensor de presión del controlador maestro lo más alejado posible después del tratamiento de aire, para tener una mayor precisión en la presión del sistema. El tanque de aire "seco" es una excelente opción.

Equipo para mejorar el rendimiento: controladores maestro.

Beneficios de los controladores maestro:

Ahorro de energía:

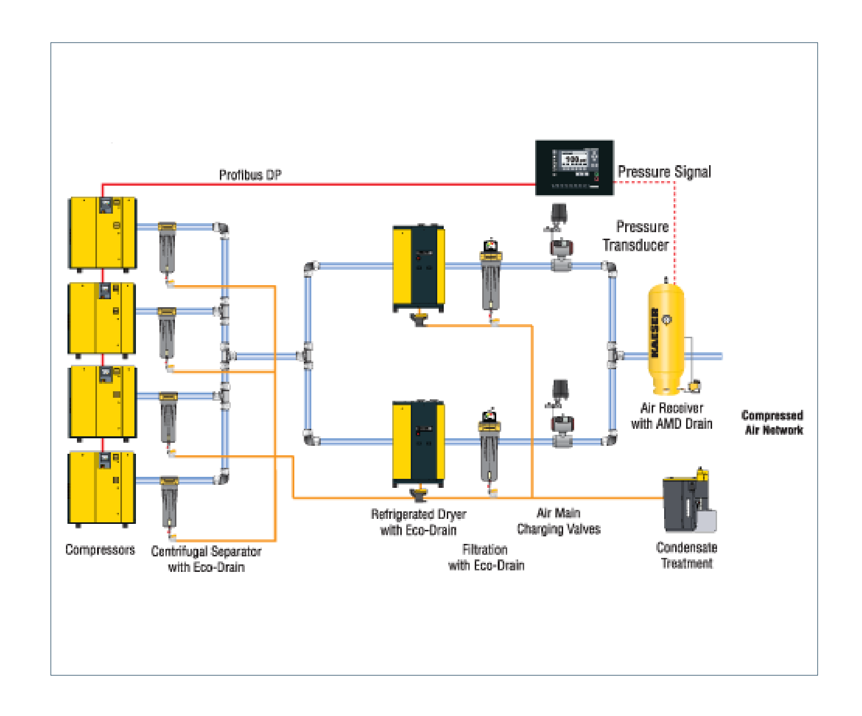
- Menor tiempo de operación los compresores.
- Los compresores pueden operar a menor presión.
- Reducción de las pérdidas de aire por fugas.
- Menor demanda artificial.

Reducción de los costos de mantenimiento:

- Menos ciclos carga – descarga = mayor tiempo de servicio de las válvulas
- Menor número de arranques del motor = mayor duración.
- Equilibrar las horas de operación y reducir el número de visitas para mantenimiento preventivo.

Una operación más estable, mejora la operación de la estación:

- Mejorar el rendimiento de los equipos de producción.
- Menos tiempo de paro debido a alarmas de presión.
- Menos desperdicio y problemas en la calidad del producto.



Más información:
Descargue aquí nuestro documento informativo "Uso de un controlador maestro para mejorar el desempeño y rendimiento de los compresores de aire"

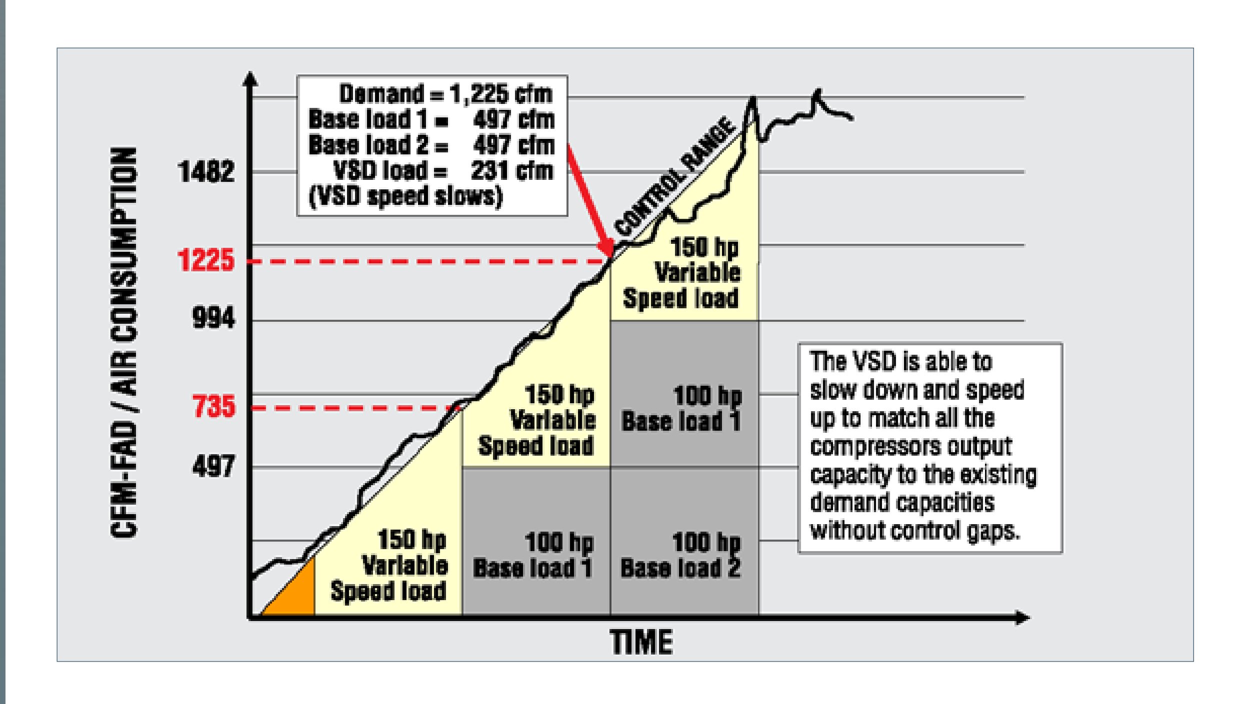
Equipo para mejorar el rendimiento: controladores maestro.

Los controladores maestro también pueden ser efectivos cuando se utilizan en arreglos con un compresor de velocidad variable y varios compresores de velocidad fija de menor capacidad. Sin embargo, se debe tener cuidado al seleccionar el sistema para evitar el "control hueco (control gap)", el cual causa variaciones en la presión y conduce a un mayor consumo energético.

Los "controles huecos" son errores en el diseño del sistema que ocurren cuando el rango de control del compresor de velocidad variable no está considerado. La mayor parte del tiempo, esto sucede porque el compresor de velocidad variable es de la misma o de una menor capacidad que los compresores de velocidad fija.

Esta gráfica muestra un sistema diseñado para evitar el "control hueco". Esto puede proporcionar una presión de operación estable a través del rango de flujo del sistema, debido a su tamaño apropiado y controlado por un controlador maestro, como el Sigma Air Manager de KAESER (SAM).

> "El "control hueco" es un error en el diseño del sistema que ocurre cuando el rango de control del compresor de velocidad variable no está considerado...



Más información:
Descargue nuestro documento informativo "Utilizar compresores de velocidad variable en aplicaciones de varios compresores", para más información sobre cómo evitar el control hueco.

Equipo para mejorar el rendimiento: controladores maestros.

El Sigma Air Manager de KAESER (SAM), hace más fácil controlar y supervisar un máximo de 16 compresores. Hay varios esquemas de control que se pueden personalizar fácilmente para satisfacer sus necesidades. Los controladores que se implementen impactaran directamente la productividad y la eficiencia energética de su planta.

Póngase en contacto con nosotros para programar el control de su estación y ayudarle con una solución personalizada para su sistema.



> “Los controles que se implementen impactaran directamente la productividad y la eficiencia energética de la planta...

Más información:
El siguiente video muestra como un SAM ayudó a uno de nuestros clientes a optimizar su consumo de energía.

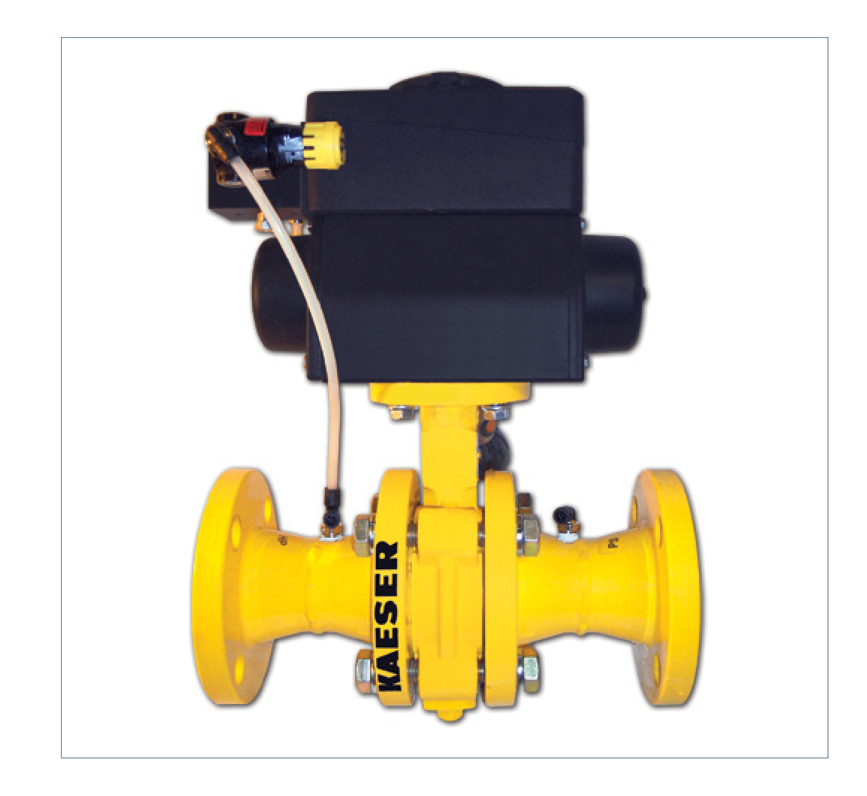
Equipo para mejorar el rendimiento: controlador de flujo.

El controlador de flujo KAESER (KFC) reduce o elimina el desperdicio de energía en algunas aplicaciones. El consumo de energía es administrado por el KFC por su capacidad de evitar que la presión del sistema se incremente por arriba de la presión mínima requerida para la operación apropiada de la planta (lado de la demanda). Manteniendo un rango de control de presión muy cerrado (± 0.25 psi, no es muy común) del lado de la demanda, la perdida de aire por fugas y usos irregulares, puede reducirse considerablemente. Manteniendo la presión del lado de la demanda en su nivel óptimo, también se elimina la demanda artificial en el lado de suministro de aire (compresores y tratamiento de aire) del sistema. Estos controladores son eficaces en instalaciones con múltiples compresores, las cuales incluyen también almacenamiento de aire y controladores maestros.

El KFC debe instalarse en el sistema de distribución de aire en un punto donde esté disponible todo el flujo de la estación antes del KFC. Idealmente esta ubicación sería inmediatamente después del sistema de tratamiento y almacenamiento de aire y antes de la primera conexión "T" en la red de distribución de aire.

Los KFC trabajan en conjunto con el sistema de almacenamiento de aire y controladores maestros. Cuando la presión del sistema disminuye, el aire almacenado puede utilizarse para cubrir la demanda y alcanzar nuevamente la presión requerida. Un controlador maestro es necesario para asegurar la combinación de equipos más eficiente en cualquier momento para cubrir la demanda. También puede supervisarse el número de arranques del motor y prevenir que se dé con mucha frecuencia el encendido y apagado de los equipos.

Pueden utilizarse varios KFC para controlar la presión del aire en áreas de la planta que tienen diferentes requerimientos de presión de operación. Esto permite un "ajuste fino" para la iniciativa de conservación de energía y maximiza sus ahorros en los costos de operación.



> "Mantener la presión del lado de la demanda en su nivel óptimo también elimina la demanda artificial en el lado de suministro de aire...

Calidad y tratamiento de aire



Asegurar la calidad de aire adecuada.

Calidad y tratamiento de aire.

La combinación adecuada y orden de filtros, tanques y secadores aseguraran una eliminación eficiente de humedad, aceite y partículas sólidas. Los filtros y secadores están disponibles en varios tamaños y deben seleccionarse con base en el flujo de aire. Tenga en cuenta que la capacidad indicada del equipo de tratamiento de aire está basada en condiciones específicas constantes y pueden variar con temperatura ambiente, presión y humedad relativa. La norma ISO 8573.1:2010 fue desarrollada por la ISO (International Organization for Standardization, por sus siglas en inglés) como referencia para ayudar a los ingenieros de planta a especificar la calidad de aire comprimido para partículas sólidas, humedad y aceite. Por ejemplo, una planta farmacéutica puede tener una especificación de calidad de aire ISO 1.2.1 como se indica en la especificación abajo.

Partículas / polvo

Clase	Nº máx. de partículas por m³ (35.31 cfm) Tamaño de part. d en µm *		
	0,1 ≤ d ≤ 0,5	0,5 ≤ d ≤ 1,0	1,0 ≤ d ≤ 5,0
0	Disposiciones individuales, consulte con KAESER		
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100
3	no definido	≤ 90.000	≤ 1.000
4	no definido	no definido	≤ 10.000
5	no definido	no definido	≤ 100.000
Clase	**Tamaño de part. d en µm ***		
6	$0 < C_p \leq 5$		
7	$5 < C_p \leq 10$		
X	$C_p > 10$		

Agua

Clase	Punto de rocío de presión, en °C (°F)
0	Disposiciones individuales, consulte con KAESER
1	≤ – 70 °C (-94 °F)
2	≤ – 40 °C (-40 °F)
3	≤ – 20 °C (-4 °F)
4	≤ + 3 °C (+38 °F)
5	≤ + 7 °C (+45 °F)
6	≤ + 10 °C (50 °F)
Clase	**Concentración agua líquida C_W en g/m³ (35.31 cfm) ***
7	$C_W \leq 0,5$
8	$0,5 < C_W \leq 5$
9	$5 < C_W \leq 10$
X	$C_W > 10$

Aceite

Clase	Concentración de aceite total (líquido, aerosol + gas), en mg/m³ (35.31 cfm)*
0	Disposiciones individuales, consulte con KAESER
1	≤ 0,01
2	≤ 0,1
3	≤ 1,0
4	≤ 5,0
X	≤ 5,0

Condiciones de referencia: 68 °F, 14.5 psia, 0% humedad relativa.

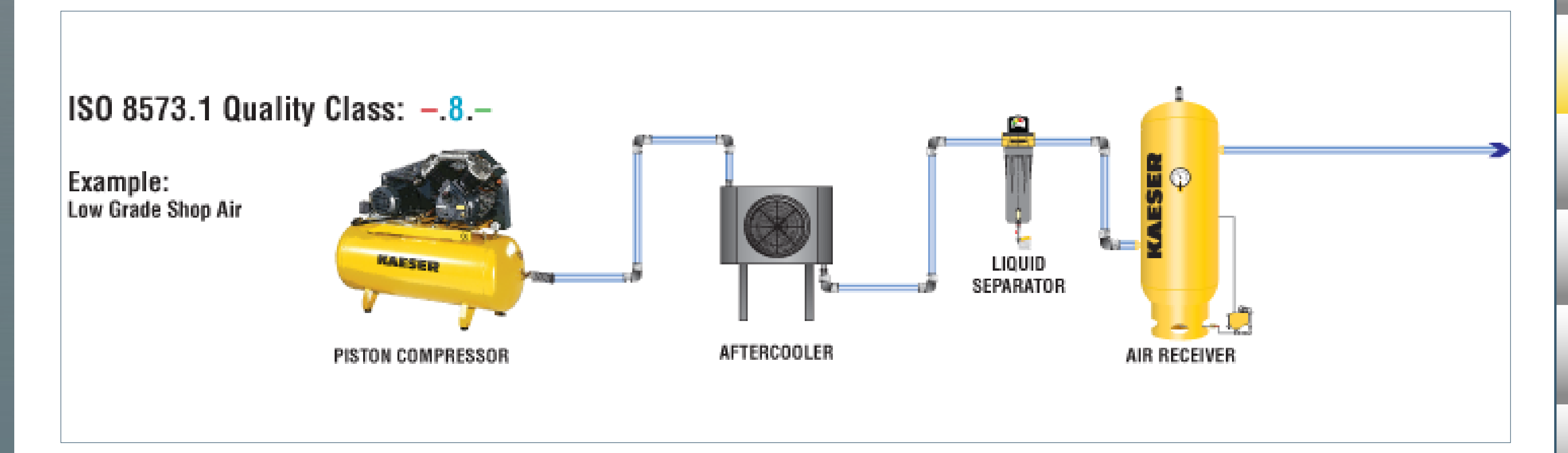
Calidad y tratamiento de aire.

Las siguientes páginas incluyen ejemplos de instalación de un sistema y varias clases de calidad de aire ISO.

El siguiente arreglo es para una baja calidad de aire comprimido y podría utilizarse cuando la posible presencia de agua no represente un problema. Observe que es necesario un posenfriador en instalaciones que tengan compresores de pistón. Los compresores de tornillo rotativo KAESER ya tienen integrado el posenfriador.

El posenfriador es una manera económica de remover cerca del 70% del vapor de agua (humedad) en el aire comprimido y puede ser un sistema enfriado por aire o enfriado por agua. Sin embargo, un posenfriador no remplaza a un secador de aire comprimido. El aire que sale de un posenfriador siempre estará saturado de humedad y puede ocurrir condensación en el puerto de descarga del aire.

Un separador de líquidos se instala por su capacidad de capturar y remover grandes cargas de líquido. El separador de líquidos deberá estar colocado, tan cerca como sea posible, de la salida del postenfriador y siempre antes del resto de los componentes del tratamiento de aire.

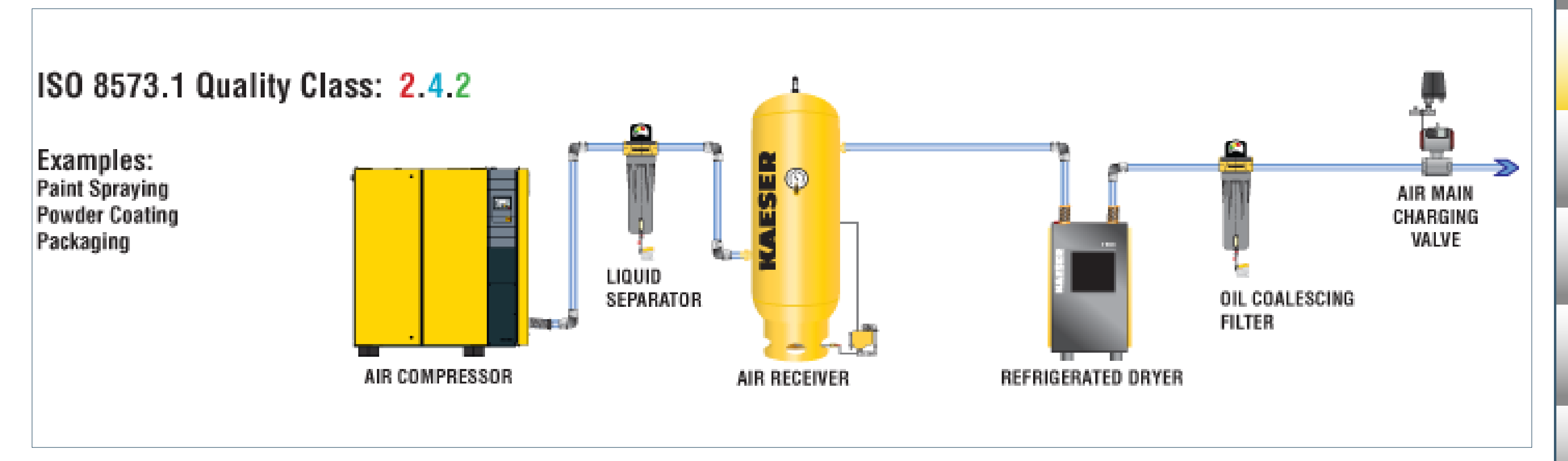


Calidad y tratamiento de aire.

El arreglo mostrado abajo cumplirá la calidad de aire necesario para un proceso de empaquetado, aplicación de pintura en aerosol u otras aplicaciones del aire comprimido. Al igual que en el arreglo anterior, el separador de líquidos se coloca después del compresor (el cual tiene un postenfriador integrado) para remover los líquidos.

El filtro coalescente para remoción de aceite, instalado después del secador refrigerativo, remueve los aerosoles de aceite, líquidos remanentes y también partículas sólidas finas.

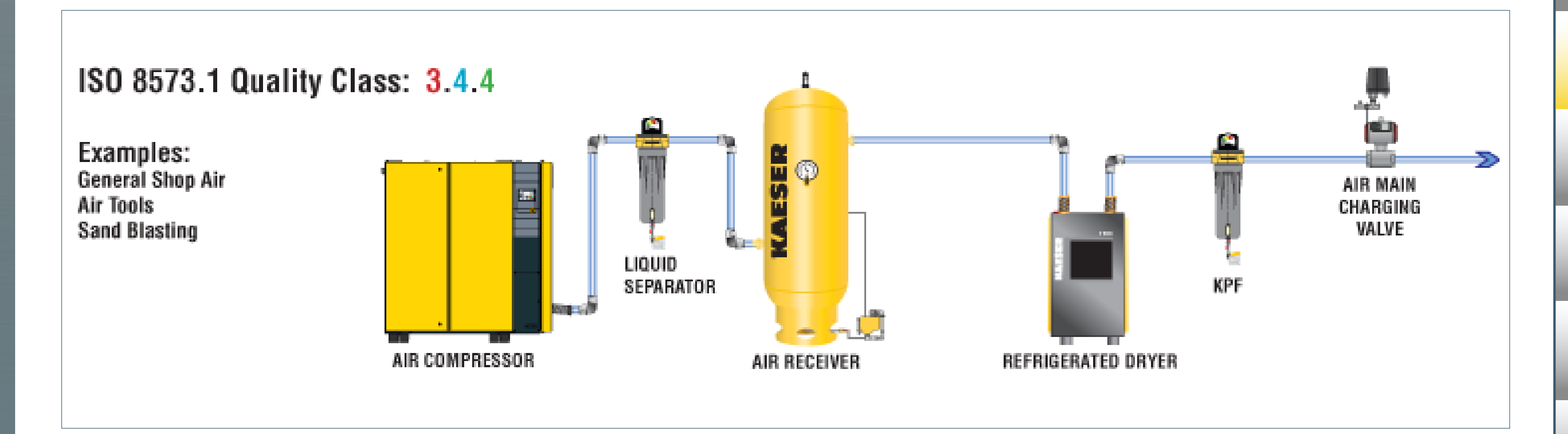
La válvula de mantenimiento de presión en la red (DHS), protege los componentes de tratamiento de aire mientras la red de aire comprimido alcanza la presión de trabajo.



Calidad y tratamiento de aire.

Para aplicaciones que no son tan sensibles al aceite, pero que requieren protección para partículas sólidas, debe instalarse un filtro para remoción de partículas sólidas después del secador refrigerativo.

Estos filtros de propósito general están diseñados para remover partículas sólidas, agua y la mayoría de los aerosoles de aceite.

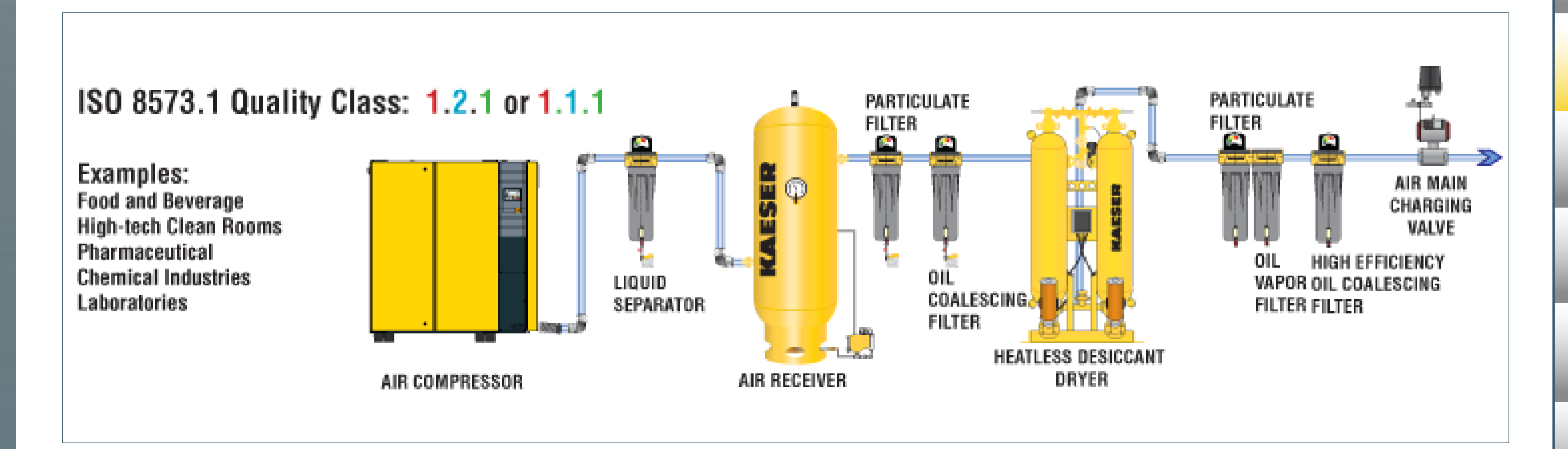


Calidad y tratamiento de aire.

Los sistemas de aire comprimido con secadores desecantes requieren una filtración adicional para mantener la calidad de aire y proteger al secador, así como los componentes que están instalados posteriormente.

El filtro de partículas sólidas y el filtro coalescente para remoción de aceite colocados antes de secador desecante sin regeneración por calor, protegen al material desecante de la contaminación. El desecante no adsorberá la humedad si se contamina incluso con pequeñas cantidades de aceite provenientes del compresor.

El filtro instalado después del secador desecante, remueve cualquier partícula fina proveniente del material desecante. El filtro para remoción de vapores de aceite adsorbe cualquier vapor de aceite, elimina el olor y sabor del aire comprimido. Estos dos filtros producen alta calidad de aire, por ejemplo, lo que generalmente requieren las aplicaciones farmacéuticas.



Recomendación:
KAESER tienen una línea completa de filtros y opciones de filtrado. Contacte a su asesor KAESER para más información.

Más información:
Click aquí para descargar una copia de nuestra literatura de tratamiento de aire.

Calidad y tratamiento de aire: sistemas de aire respirable.

El sistema de aire respirable KAESER (KBS) es un sistema de tratamiento de aire completo, diseñado para producir aire respirable Grado D, de acuerdo a la OSHA (Occupational Safety and Health Administration, por sus siglas en inglés). Esto incluye, prefiltrado de partículas y un filtro coalescente de alta eficiencia para remoción de aceite antes del secador desecante sin regeneración por calor. El secador provee protección para el convertidor catalítico, el cual remueve el monóxido de carbono. Los posfiltros de partículas sólidas y adsorción de vapor de aceite completan el paquete.

Idealmente, un sistema KBS debería ser instalado en el lugar donde el flujo total de aire comprimido ha sido enfriado a un valor cercano a la temperatura ambiente. El sistema debe seleccionarse para el volumen requerido de aire respirable y el tamaño del compresor de aire para cubrir el flujo de aire requerido en la entrada del sistema. Debido a sus altos costos de operación, deberá ser dimensionado y utilizado solamente para el aire respirable.





Solamente el aire tratado por un sistema de aire respirable, o un producto de otra marca, que tenga la capacidad de remover el monóxido de carbono (no basta solamente con los filtros, NO ES lo adecuado) debe ser considerado como seguro para respirar.

Calidad y tratamiento de aire: secadores.

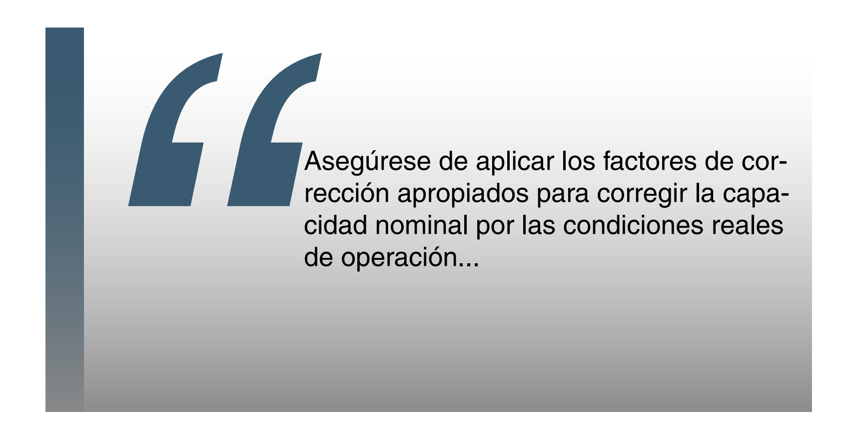
La selección del equipo de secado deberá estar basada en el punto de rocío necesario para la aplicación y después dimensionado con base en el flujo y condiciones ambientales donde el secador está instalado. Si su secador o líneas de aire estarán expuestas a temperaturas de congelamiento, por ejemplo, necesitara un secador del tipo desecante (o de membrana), aun cuando sus requerimientos de punto de rocío puedan alcanzarse mediante un secador refrigerativo. Asegúrese de aplicar los factores de corrección, para corregir la capacidad nominal con respecto a las condiciones reales de operación.

Asegúrese que los secadores (y sus drenes de condensados) están diseñados para cubrir por lo menos la presión máxima de trabajo del sistema y el flujo de aire. Los secadores deben instalarse antes de cualquier válvula reguladora de presión y después de que el aire ha sido enfriado a 100 °F o menos (la combinación de los posenfriadores y el tanque "húmedo" por lo general puede lograr esto). Una mayor temperatura del aire reducirá el rendimiento del secador y podría incrementar el consumo de energía. Por esta razón el secador no se debe instalar al lado de la descarga de aire caliente del compresor. Use las siguientes referencias de temperatura para instalar los secadores:

Temperatura	Mínima ambiente °F	Máximo ambiente °F	Máxima de entrada °F
Secador refrigerativo	**40**	**110**	**120**
Secador desecante	**35, -20***	**120**	**120**

**Si está equipado con los accesorios adecuados.*

Cuando seleccione equipos de tratamiento de aire, considere que las diferentes secciones de su planta pueden requerir diferentes niveles de calidad de aire comprimido. Es más económico tratar el aire comprimido en pequeñas cantidades para aplicaciones particulares, en lugar de tratar todo el aire con una mayor calidad que la necesaria.



Recomendación:
Si su aplicación requiere un secador para ser instalado en condiciones ambientales más allá de los límites, consulte a KAESER para mayor información sobre cómo preparar el equipo.

Manejo de condensados



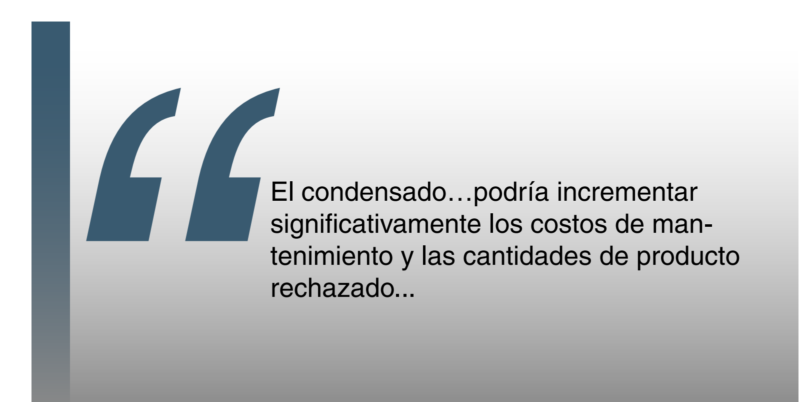
Eliminación segura de contaminantes.

Manejo de condensados.

El condensado se forma como resultado de comprimir y después enfriar el aire. Mientras más elevada sea la temperatura ambiente y la humedad relativa, mayor será el volumen de condensado producido. La mayoría de este condensado es agua, pero se encuentra contaminado con aceite y partículas sólidas que vienen de los componentes del sistema de aire comprimido, y partículas sólidas que contiene el aire que es aspirado por el compresor.

Este condensado se acumula en tanques, filtros, secadores y tuberías. Si no es removido, será arrastrado por el aire comprimido hacia los puntos de uso a través de las tuberías, y contaminará tanto los equipos neumáticos como los productos. Esto puede incrementar significativamente los costos de mantenimiento y las cantidades de producto rechazado. Además, el condensado saturará los elementos filtrantes, dejándolos inservibles. Estos costos superan con mucho el costo de la instalación de un sistema confiable para el manejo de condensados.

Un sistema de manejo de condensados está compuesto de tres elementos: drenes para condensados (conectadas a tanques, filtros y secadores), un separador de agua/aceite y las tuberías que interconectan estos componentes.



> El condensado…podría incrementar significativamente los costos de mantenimiento y las cantidades de producto rechazado...



En un día con temperatura de 75 °F y 75% de humedad relativa...

...un compresor de 25 hp produce 100 cfm a 100 psi(g) con su posenfriador entregando el aire comprimido a 90 °F...





...produce aproximadamente 4.5 galones de condensado durante un turno de 8 horas.

Manejo de condensados: drenes de condensados.

Los drenes de condensados son críticos, pero a menudo es un componente olvidado en los sistemas de aire comprimido, son dispositivos que remueven el condensado acumulado en tanques, filtros y secadores. Estos dispositivos previenen los problemas de contaminación en la producción identificados anteriormente. Los drenes deben dimensionarse adecuadamente para manejar el volumen de condensados generado y deben ser dispositivos confiables. Existen varios tipos de drenes, pero pueden ser divididos en dos categorías: manuales y automáticos.



Los drenes manuales simplemente son válvulas operadas manualmente. Estos son sencillos y económicos, pero su confiabilidad es igual a la confiabilidad que se tiene en la persona asignada para su operación.

Los drenes automáticos abren y cierran sin necesidad de accionarlas manualmente. Deben ser revisados periódicamente para asegurar su correcta operación, pero no requieren atención diaria como los drenes manuales. Existen dos tipos de drenes automáticos: controlados por tiempo y operados por demanda.

Más información:
Click aquí para leer un foro acerca de los ahorros potenciales de energía eléctrica de los drenes automáticos comparados con los drenes manuales.

Manejo de condensados: drenes de condensados.

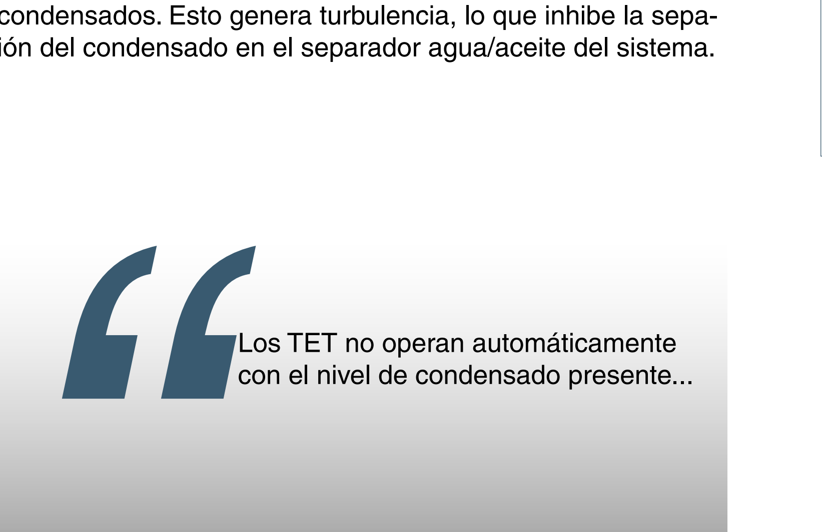
Los drenes eléctricos controlados por tiempo (TET por sus siglas en inglés), son sencillos y económicos. Un temporizador opera una válvula solenoide y la abre por intervalos predeterminados durante un tiempo establecido.

Los TET no son recomendados por las siguientes razones:
1. Si los intervalos entre aperturas son cortos, se desperdicia aire comprimido.

2. Si los intervalos entre aperturas son muy largos, el condensado puede acumularse, volviendo el tratamiento de aire ineficaz, contaminando equipos y productos.

3. Aún cuando estos se encuentran operando de manera adecuada, permiten el paso del aire a presión elevada hacia la línea de condensados. Esto genera turbulencia, lo que inhibe la separación del condensado en el separador agua/aceite del sistema.





“Los TET no operan automáticamente con el nivel de condensado presente...

Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados.
Tubería
Mantenimiento preventivo
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

Manejo de condensados: drenes de condensados.

Los drenes operados por demanda, son dispositivos mecánicos simples que utilizan flotadores mecánicos o sensores electrónicos para activar la válvula de drenado cuando el nivel de condensados alcanza un determinado límite dentro del dren. Estos previenen la acumulación de condensados incluso en condiciones de operación con grandes cantidades de líquido y no descargan aire con el agua. KAESER ofrece tres tipos: el Eco-Drain, la trampa automática de condensados (ADT por sus siglas en inglés) y el dren magnético automático (AMD por sus siglas en inglés).

Los drenes para condensados deben ser instalados en los siguientes componentes:

- Después de un compresor (cuando la tubería está instalada verticalmente).
- En los separadores de líquidos.
- En todos los tanques.
- En los filtros de partículas (KPF/KB).
- En los filtros para remoción de aceite (KOR/KOX/KE).
- En los eliminadores de niebla de aceite (OME).
- En los secadores refrigerativos (KAESER y otras marcas los tienen integrados).

Los siguientes componentes no requieren dren para condensados:

- Secadores desecantes.
- Filtros instalados después de los secadores desecantes, sin embargo, es recomendable instalar válvulas de drenado manual como una forma económica de revisar el funcionamiento correcto del secador.
- Filtros para vapor de aceite. Es recomendable instalar una válvula de drenado manual, para tener la posibilidad de despresurizar el filtro antes de realizar las actividades de mantenimiento y revisión del mismo.

Recomendación:
KAESER recomienda utilizar drenes operados por demanda debido a que son confiables y minimizan las pérdidas de aire comprimido.

Manejo de condensados: drenes de condensados.

Los drenes deben ser instalados en la parte inferior de los filtros. En los tanques y secadores deben ser inataladas en el punto más bajo. En todos los componentes en los que se instalen drenes, excepto los filtros, KAESER recomienda la instalación de un filtro “tipo Y “antes del dren, con la finalidad de prevenir la obstrucción en los orificios y mecanismos del dren. También debe instalarse una válvula de esfera antes del filtro “tipo Y” para permitir despresurizarlo para su limpieza. El uso de un filtro “tipo Y” puede evitarse cuando se instala un dren AMD 6550. El tamaño del orifico con el que cuenta y el diseño del mecanismo hace al AMD 6550 menos susceptible a la obstrucción que otros drenes.

El AMD 1550 está diseñado para ser usado en postenfriadores, filtros coalescentes y en separadores de líquidos. El AMD 6550 está pensado para ser usado en posenfriadores, separadores de líquidos, tanques, filtros coalescentes, piernas de drenado y otros puntos bajos en la tubería.



Manejo de condensados: disposición.

Como ha sido mencionado anteriormente, el condensado no está conformado solamente por agua, comúnmente contiene aceite y partículas sólidas. La combinación de aceite y partículas a menudo convierte el condensado en un material peligroso para el medio ambiente, el cual debe ser eliminado correctamente. Se puede colectar todo el condensado en recipientes para su posterior disposición, pero esta es una opción costosa. Usualmente, el agua forma el 95% del condensado por lo que es más económico separar el agua y pagar solamente por desechar los aceites y demás contaminantes. Esta separación se puede llevar a cabo de manera efectiva al final del sistema de condensados en un filtro separador de condensados (KCF de KAESER) o un separador de agua/aceite con un desempeño similar. El KCF debe ser dimensionado para manejar el total del volumen del agua recolectada por el sistema. Es necesario considerar el flujo total de la estación de compresores para dimensionar el KCF.





No deseche condensado en el drenaje sin ser tratado previamente.

El condensado tratado por un KCF puede ser conducido hacia el sistema de drenaje, utilizando el diámetro adecuado de tubería. El condesado que ha sido tratado debe ser analizado periódicamente, para cerciórarnos que cumple con las regulaciones ambientales locales, estatales y federales. El aceite separado es capturado por el filtro de adsorción del KCF. Este filtro debe ser manejado como cualquier otro residuo peligroso. El aceite que ha sido separado, en lugar de adsorbido, es considerado un residuo peligroso y debe confinarse con el método apropiado.

Manejo de condensados: colector.

Para recolectar la mayor cantidad de condensados del sistema, es necesario instalar un colector de condensados. Estos recipientes recolectan el condensado de diversos componentes como tanques, filtros y secadores. Estos dispositivos disminuyen la presión residual del aire para maximizar la efectividad de la separación cuando se instalan en conjunto con un separador agua/aceite.





Disposición de condensados: manejo de condensados.

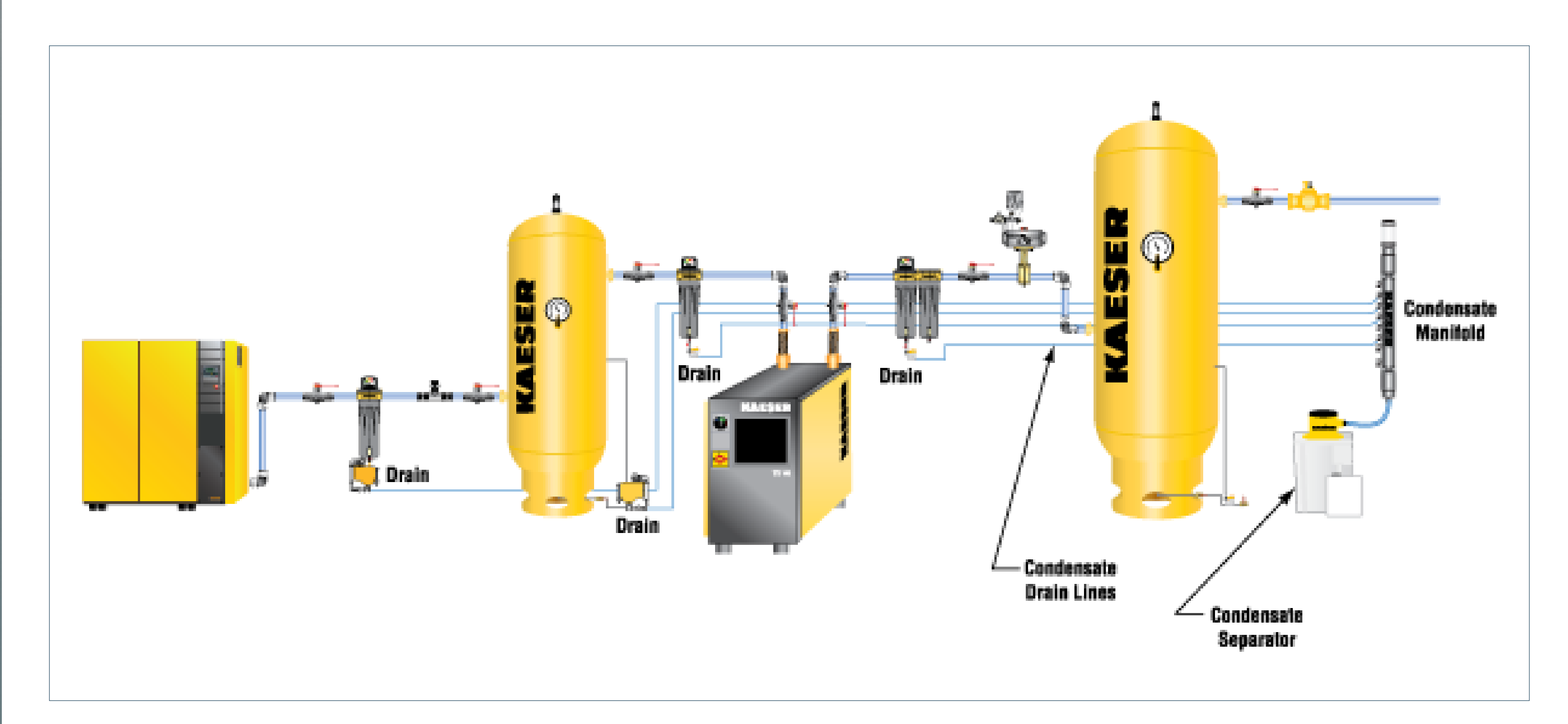


Diagrama de tratamiento de aire con manejo de condensados.

Tubería

{Consideraciones en materiales e instalación.

Tubería.

El correcto funcionamiento de una red de distribución de aire comprimido, es un punto importante para asegurar una presión estable en todos los puntos de uso. El diámetro de la red, tiene un impacto importante en la caída de presión del sistema. El Instituto de Aire Comprimido y Gas (CAGI), publica una serie de tablas para estimar la caída de presión debido a las pérdidas por fricción a una presión dada. El Apéndice A contiene una tabla de datos para una presión en el sistema de 100 psig. Como comentario los datos de la tabla que se dan en el apéndice A están basados en tuberías rectas con coeficientes de fricción suaves y que en su interior están limpias. Codos y otros accesorios son una fuente adicional de pérdidas por fricción en la red de aire comprimido. Se dará cuenta que la caída de presión debido a la fricción aumenta de acuerdo a flujo del aire.

Fugas serán mencionadas más adelante en esta guía.





Recomendación:
Por cada 2 psig de caída de presión requiere de un 1% de incremento en la energía para mantener la presión deseada.

Tubería.

El siguiente ejemplo del libro Compressed Air Challenge muestra cómo calcular la caída de presión en su sistema de aire comprimido.

¿Cuál es la caída de presión en una tubería de 2 plg de diámetro, 350 ft de longitud, con una presión inicial de 85 psig y un flujo de 500 cfm FAD ?

De acuerdo con la tabla de datos del Apéndice A, una caída de presión para un flujo de 500 cfm, para una longitud de 1000 ft y un diametro 2 plg es 19.2 psi.

Esto significa:

$$\frac{19.2 \times 350 \text{ ft.} \times (85 \text{ psig} + 14.5)}{1{,}000 \text{ ft.} \times (100 \text{ psig} + 14.5)} = 5.84 \text{ psi}$$

La caída de presión es elevada. Es recomendado utilizar diámetro de 3”:

$$\frac{2.34 \times 350 \text{ ft.} \times (85 \text{ psig} + 14.5)}{1{,}000 \text{ ft.} \times (100 \text{ psig} + 14.5)} = 0.71 \text{ psi}$$

Table 4.7 Loss of Air Pressure Due to Friction

Cu ft Free Air Per Min	Equivalent Cu ft Compressed Air Per Min	Nominal Diameter, In.											
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	3	4	6	8	10	12
10	1.28	6.50	.99	0.28									
20	2.56	25.9	3.90	1.11	0.25	0.11							
30	3.84	58.5	9.01	2.51	0.57	0.26							
40	5.12	....	16.0	4.45	1.03	0.46							
50	6.41	....	25.1	9.96	1.61	0.71	0.19						
60	7.68	....	36.2	10.0	2.32	1.02	0.28						
70	8.96	....	49.3	13.7	3.16	1.40	0.37						
80	10.24	....	64.5.	17.8	4.14	1.83	0.49						
90	11.52	....	82.8	22.6	5.23	2.32	0.62						
100	12.81	....	....	27.9	6.47	2.86	0.77						
125	15.82	....	....	48.6	10.2	4.49	1.19						
150	19.23	....	....	62.8	14.6	6.43	1.72	0.21					
175	22.40	....	....	....	19.8	8.72	2.36	0.28					
200	25.62	....	....	....	25.9	11.4	3.06	0.37					
250	31.64	....	....	....	40.4	17.9	4.78	0.58					
300	38.44	....	....	....	58.2	25.8	6.85	0.84	0.20				
350	44.80	....	....	....	....	35.1	9.36	1.14	0.27				
400	51.24	....	....	....	....	45.8	12.1	1.50	0.35				
450	57.65	....	....	....	....	58.0	15.4	1.80	0.46				
500	63.28	....	....	....	....	71.6	19.2	2.34	0.55				
600	76.88	....	....	....	....	....	27.6	3.36	0.79				
700	89.60	....	....	....	....	....	37.7	4.55	1.09				

Gráfica cortesía de CAGI.

Más información:
El libro ‘ Compressed Air Challenge’ tiene la misión de ayudar y guiar a los usuarios de aire comprimido y cuenta con excelentes recursos para lograrlo. Visite su sitio web para más información.

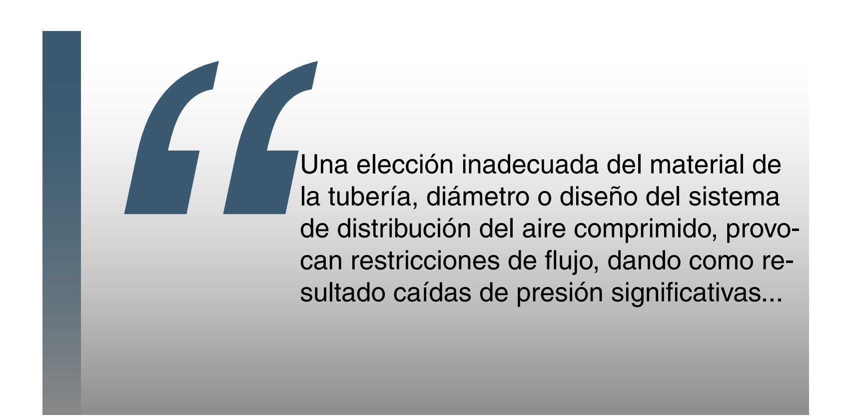
Tubería: materiales.

La selección del material tubería para un sistema de aire comprimido afecta directamente tres elementos clave: flujo, presión y calidad de aire. Una elección inadecuada en el material de la tubería, diámetro o diseño del sistema, provoca restricciones de flujo dando como resultado caídas de presión significativas.

La tabla de la siguiente página menciona ventajas y desventajas de materiales de la tubería usados comúnmente en sistemas para aire comprimido.



Independientemente del tipo de material de la tubería, debe tomarse en cuenta la presión máxima de trabajo y cumplir con todas las normas aplicables.



Una elección inadecuada del material de la tubería, diámetro o diseño del sistema de distribución del aire comprimido, provocan restricciones de flujo, dando como resultado caídas de presión significativas...

Tubería: materiales.

Material	Ventajas	Desventajas
Acero negro.	· Costo de materiales moderado. · Disponibilidad de múltiples diámetros.	· Largo tiempo de instalación. · Fugas y oxidación. · La rugosidad del interior promueve la formación de contaminantes provocando caídas de presión.
Acero galvanizado.	· Costo de materiales moderado. · Disponibilidad de múltiples diámetros. · Protección ligera contra oxidación.	· A menudo solo el exterior está galvanizado. · Largo tiempo de instalación. · La rugosidad del interior promueve la formación de contaminantes provocando caídas de presión. · Riesgo de oxidación y fugas en uniones.
Cobre.	· No hay oxidación, buena calidad de aire. · Baja rugosidad en el interior del tubo – caída de presión mínima.	· Requiere buena calidad de soldadura para evitar fugas. · La soldadura es susceptible a ciclos térmicos. · La instalación requiere de flama abierta.
Acero inoxidable.	· No hay oxidación, buena calidad de aire. · Baja rugosidad en el interior del tubo – caída de presión mínima.	· Largo tiempo de instalación. · Alto costo del material.
PVC.	· Ligero. · Económico.	· Poca seguridad. · En algunos lugares no cumple determinadas normas. · Puede acumular carga estática. · Tiene tendencia al estallido en caso de falla. · Los adhesivos nos son compatibles con los tipos de aceite utilizados en los compresores.
Aluminio.	· Resistente a la corrosión. · Ligero. · Fácil de instalar.	· Alto costo del material.

Tubería: materiales.

KAESER no recomienda usar polímeros como PVC o ABS, porque algunos lubricantes sintéticos degradan el plástico, provocando la ruptura del tubo. Incluso el aire conducido a través de la tubería de plástico, puede acumular una carga estática significativa, que podría descargarse en algún punto de uso cuando algún trabajador toque la herramienta neumática.



Más información:
Para mayor información sobre los peligros del uso de tuberías de aire comprimido de PVC, revise nuestro blog.

Tubería: recomendaciones de instalación.

Usar acoplamientos (conexiones, codos, etc.) del mismo material y rango de presión. Para el sello de las uniones roscadas, utilice un sellador de alta calidad para minimizar las fugas.

- Minimizar el uso de acoplamientos T y ángulos rectos con el objetivo de reducir las pérdidas por fricción. Use codos redondeados siempre que sea posible.

- Cuando se instalen acoplamientos T, oriente la parte recta de la T hacia el flujo principal del aire, y la parte perpendicular para alimentar *bypass*, salidas de aire, etc.

- Se recomienda usar válvulas de esfera del mismo diámetro interno que la tubería para aislar cualquier sección del sistema. Las válvulas de esfera deben estar ubicadas en puntos que permitan la ampliación del sistema de aire comprimido (por ejemplo para conexión de más compresores a un cabezal principal, más puntos de uso).

- La entrada de aire comprimido al tanque debe conectarse- por la parte inferior y la salida en la parte superior.



Tubería: recomendaciones de instalación.

- Utilice soportes para fijar la tubería a paredes, piso o techo; a fin de prevenir el movimiento de la tubería y evitar esfuerzos innecesarios en las uniones (esto puede provocar fugas).

- El diámetro de la tubería debe ser por lo menos del mismo tamaño que la tubería de descarga del compresor.

- Utilice una unión flexible o manguera entre la tubería rígida y la descarga del compresor; a fin de proteger el posenfriador de aire comprimido del compresor.

- Utilice una válvula de esfera del mismo diámetro interno que la tubería después de la unión flexible, con la finalidad de aislar el equipo de la red y realizar actividades de servicio sin la necesidad de parar el sistema y despresurizar toda la línea. Para equipos de 400 hp o más grandes es mejor instalar una válvula de mariposa. Además, se requiere de algún medio apropiado para despresurizar la línea entre el compresor y la válvula de aislamiento.

- Instale un accesorio adicional para permitir conectar temporalmente un compresor portátil o un equipo de respaldo para no dejar sin aire al sistema durante actividades de servicio en la estación de compresores.



Tubería: tubería para conexión de tratamiento de aire.

El desarrollo de la tubería en tanques de almacenamiento de aire comprimido debe considerar para su conexión entrar por abajo y salir por arriba, a fin de promover la máxima separación de humedad y prevenir la acumulación de condensados cuando el aire fluya hacia la red después del tanque.

Los filtros KAESER están diseñados para permitir un rápido acceso a su cartucho sin la necesidad de desconectar algún accesorio en la tubería. No instale filtros en zonas muy altas o cerca del piso, ya que esto complicará las actividades de servicio y la instalación de drenes de condensados. Para asegurar que el remplazo del cartucho sea fácil y rápido, deje suficiente espacio debajo del filtro para poder sacar la carcasa cuando se haga el cambio de cartucho. Esto eliminará la necesidad de desconectar el filtro completo y de desconectar accesorios de la tubería.

El montaje de filtros de partículas sólidas, separadores de líquidos, filtros coalescentes para remoción de aceite, es horizontal. La carcasa del filtro debe quedar vertical para que la precipitación de condensados se de por gravedad hacia los drenes de condensado.





Asegúrese que el filtro sea instalado de acuerdo a la dirección del flujo del aire, observe la orientación del filtro en la tapa del mismo.



Para asegurar que el remplazo del cartucho sea fácil y rápido, deje suficiente espacio debajo del filtro para poder sacar la carcasa cuando se haga el cambio del cartucho...

Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados
Tubería
Preventive Maintenance
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

Tubería: tubería para conexión de tratamiento de aire.

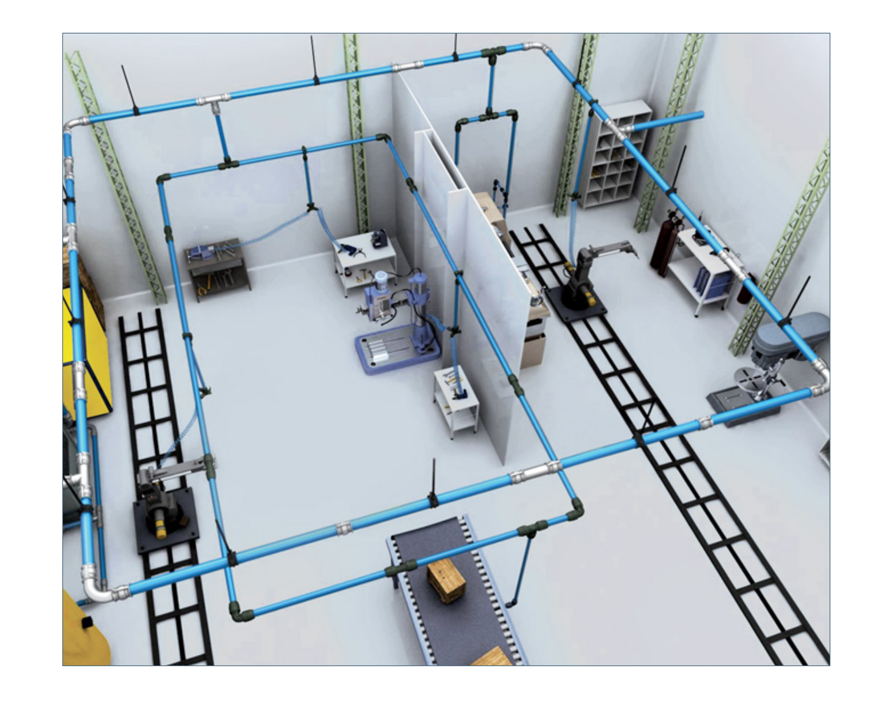
Utilice válvulas de esfera del mismo diámetro interno que la tubería para aislar los elementos de tratamiento de aire a fin de facilitar las labores de mantenimiento sin la necesidad de despresurizar toda la línea. En aplicaciones donde la calidad de aire es crítica y el usuario no puede detener los compresores, cada filtro debe tener un *bypass* con un filtro instalado de la misma capacidad. El *bypass* debe tener válvulas de esfera para aislar cada elemento. Con esta configuración, el usuario puede usar el *bypass* para cambiar los cartuchos del filtro sin comprometer la calidad de aire requerida.



Tubería: diseño de la red de aire comprimido.

Cuando sea posible, considere un sistema cerrado o anillo para alimentar todos los puntos de uso. Esta configuración es más efectiva ya que reduce la distancia por la que se tiene que transportar el aire, ayuda a mantener una presión más estable en todos los puntos de uso. Todas las derivaciones deben salir de las líneas principales con cuello de ganso para prevenir que la humedad condensada se transporte hasta los puntos de uso.

Evite la exposición de las líneas de aire comprimido a bajas temperaturas. Si la línea de aire es expuesta a bajas temperaturas, utilice un secador regenerativo o un secador de membrana para tratar el aire antes de alcanzar dichas áreas.



> "Las perdidas por fricción están relacionadas tanto con el tipo de material usado en la red como por la longitud de la red de aire comprimido...

Más información:
Vea el artículo "Caídas de presión debido a la fricción", utilice la tabla del Apéndice A para estimar la caída de presión.

Mantenimiento preventivo

{ *Mantenga su sistema funcionando adecuadamente.*

Mantenimiento preventivo.

Todos los sistemas mecánicos y eléctricos requieren de diversos puntos de atención para asegurar que operan eficientemente. Dado que la mayoría de los clientes dependen de un suministro de aire comprimido ininterrumpido y altamente confiable, tiene sentido para ellos invertir en mantenimiento preventivo, en lugar de sufrir costosos tiempos muertos por reparaciones.

Es altamente recomendable establecer una rutina de mantenimiento regular, para asegurar la operación adecuada de todos los componentes de su sistema de aire comprimido y mantener una bitácora de servicio de cada componente. El mantenimiento preventivo regular asegurará el desempeño óptimo y mayor duración del equipo.

Cada componente del sistema (compresor, secador, filtro, dren) incluye un manual de servicio con instrucciones específicas sobre procedimientos para mantenimiento e intervalos de servicio. Siga los procedimientos de mantenimiento recomendados. Tome el tiempo necesario para realizar estas revisiones, las cuales mantendrán la calidad del aire comprimido y el correcto desempeño de sus herramientas neumáticas, reduciendo costos asociados a reparaciones y pérdidas de producción.

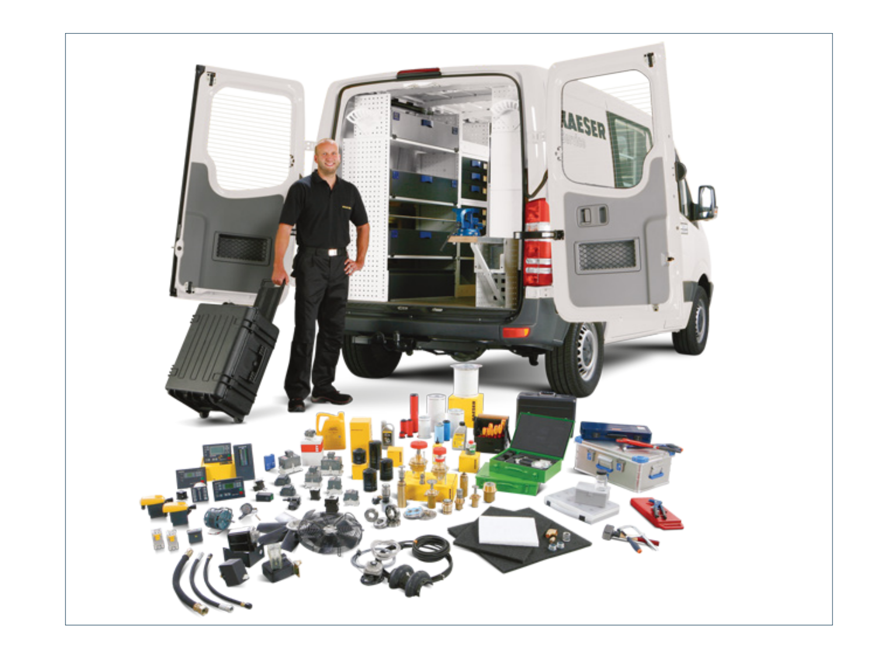
Muchos componentes modernos del sistema de aire comprimido (por ejemplo, compresores o sopladores) están equipados con controles que supervisan en tiempo real el estado y operación del equipo, así como también generan avisos de mantenimiento. Algunos equipos ofrecen la versatilidad de enviar estos mensajes al sistema de control de la planta, o bien, enviar los mensajes al personal de la planta que es responsable de los equipos.



Mantenimiento preventivo.

Además de las revisiones regulares, llevadas a cabo por su personal de planta, un programa de mantenimiento preventivo efectivo debe incluir mano de obra calificada. Los servicios básicos comúnmente se realizan de acuerdo a los intervalos recomendados por el fabricante, sin embargo, estos intervalos pueden acortarse dependiendo del uso y las condiciones ambientales de operación.

KAESER cuenta con una red nacional de técnicos altamente capacitados que siempre están listos para apoyarle en sus necesidades de mantenimiento. Contacte a su distribuidor autorizado KAESER para programar una cita de servicio.





La falta de mantenimiento adecuado, puede invalidar cualquier reclamo de garantía si las fallas están directamente relacionadas a la falta de mantenimiento preventivo. La contratación de una póliza de mantenimiento con su distribuidor local KAESER es una manera de realizar correctamente el trabajo antes mencionado.



Precaución: el aire comprimido puede ser peligroso. Extreme precauciones en todo momento. Antes de realizar cualquier mantenimiento o servicio, el sistema debe despresurizarse en todos los puntos para garantizar la seguridad de quien(es) realicen el trabajo. El aire comprimido nunca debe ser dirigido hacia una persona. Las válvulas de aislamiento deben abrirse y cerrarse lentamente para prevenir daño a cartuchos separadores de aceite, filtros de línea y válvulas de control, causados por cambios repentinos de presión.



Precaución: antes de realizar cualquier trabajo, asegúrese de seguir las recomendaciones de seguridad para bloqueo de energía y etiquetado, así como el correcto aislamiento de la red de aire comprimido.

Fugas

Detección y costo.

Fugas.

La mayoría de los sistemas de aire comprimido tienen fugas. Algunas se presentan desde la ejecución de la instalación y otras se generan a través del tiempo. Sin importar su origen, las fugas pueden reducir de manera significativa la eficiencia del sistema y representar un costo elevado en términos energéticos.

KAESER recomienda una revisión de fugas posterior a la instalación de la tubería, así como revisiones periódicas para detección de fugas.

Una vez puesto en marcha, el sistema de aire comprimido puede ser revisado para detectar fugas de una manera sencilla. Esta consiste en presurizar el sistema y no consumir aire. Una vez presurizado el sistema, si el compresor arranca para mantener la presión o si la presión disminuye en el tanque de almacenamiento, quiere decir que existen fugas. Un equipo de detección por ultrasonido puede localizar las fugas fácilmente.

Se recomienda una revisión anual de fugas para identificar y reparar las fugas generadas a lo largo del tiempo.

Si se está considerando llevar a cabo un análisis energético al sistema de aire comprimido, es recomendable realizar primero una revisión de fugas para determinar qué cantidad de la demanda de aire del sistema es generada por las fugas y no por necesidades de producción de la planta.

La gráfica de la derecha muestra cuánto puede costar una sola fuga, en un periodo anual. Un plan anual de detección de fugas puede ayudar a mantener el sistema en buenas condiciones.

Diámetro	90 psig	110 psig
1/16”	$933	$1,112
1/4”	$14,948	$17,818
3/8”	$33,586	$40,051
1/2”	$59,761	$71,271

Con base en 8760 h de operación y $0.10/kWh.
Ver el Apéndice C: descarga de aire a través de un orificio, para más información.

Un orificio pequeño de 1/4” de diámetro cuesta aproximadamente $1155 *USD mensuales.*

Recomendación:
Consulte a su representante local autorizado de KAESER para asistencia en obtener información de ahorros por fugas para otras presiones.

Recomendación:
Elabore un análisis de detección de fugas y un análisis energético al sistema de aire comprimido como parte del plan de mantenimiento preventivo regular.

Avisos de seguridad



Consideraciones de seguridad e higiene.

Avisos de seguridad.

La instalación debe llevarse a cabo de una manera segura de acuerdo con los requerimientos OSHA (Occupational Safety and Health Administration, por sus siglas en inglés) y las regulaciones locales apropiadas. El aire comprimido puede ser peligroso y nunca debe dirigirse hacia las personas. El contacto inadecuado e inseguro con el aire comprimido puede causar daño en los ojos, embolias subcutáneas y otras lesiones serias, incluso la muerte.

Para trabajos en alturas, los técnicos deben utilizar arnés y cuerda de vida.

Los técnicos calificados deben desarrollar trabajos eléctricos de manera segura utilizando materiales con aprobación UL, así como herramientas con aislamiento adecuado y equipo de protección personal (EPP) adecuado para el trabajo. Deben cumplirse todas las regulaciones aplicables ya sea locales, estatales o nacionales.

Todos los recipientes sujetos a presión interna deben cumplir con las regulaciones locales apropiadas.

El sistema de aire comprimido debe ser instalado de talmanera que su operación normal no represente una amenaza a la seguridad y salud de los trabajadores. El sistema debe tener suficiente ventilación para que no represente un riesgo de fuente de calor para las personas cercanas.

Se debe utilizar equipo de protección para oídos de acuerdo con los estándares de OSHA. En caso de aplicar, colocar señalización de advertencia de ruido. Los niveles de ruido de los compresores en operación son listados en los manuales de servicio de KAESER.

El condensado debe ser tratado de acuerdo con las regulaciones ambientales locales, estatales, y federales.

Siga las recomendaciones de la OSHA para el bloqueo de energía eléctrica y etiquetado, y las precauciones para liberar la presión del aire comprimido.

Deben seguirse todas las recomendaciones de seguridad indicadas en el manual de servicio del fabricante.

Información adicional

{*Más recomendaciones e información adicio-nal.*

Información adicional.

¿Busca más información sobre temas de aire comprimido? Revise los siguientes sitios:

- www.kaesertalksshop.com: nuestro blog de la compañía cuenta con una amplia gama de temas de aire comprimido escritos por nuestros expertos en la materia y se encuentran actualizados regularmente. Usted también puede suscribirse para seguir el blog y recibir actualizaciones siempre que se encuentre un tema nuevo.

- www.kaeser.com/cagi: KAESER es miembro del Instituto del Aire Comprimido y Gases (CAGI por sus siglas en inglés), una organización sin fines de lucro, de empresas que fabrican compresores de aire y gas y equipo relacionado. Como miembro, KAESER participa en el programa de verificación de rendimiento. Usted puede observar las hojas de rendimiento de nuestros equipos en este sitio web.

- www.kaeser.com/resources: esta página de internet contiene una colección de artículos técnicos, hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS), herramientas, presentaciones y mucho más.

- www.kaeser.com/whitepapers: nuestra colección de documentos técnicos provee información técnica detallada sobre los retos que la industria del aire comprimido enfrenta en la actualidad.

- Nuestro sitio en línea Kaeser Toolbox tiene varias herramientas útiles para realizar cálculos de aire comprimido.

Apéndices

Gráficas y tablas de referencia.

Apéndice A: caídas de presión debidas a la fricción.

214 Compressed Air Distribution (Systems) Chap. 4

Table 4.7 Loss of Air Pressure Due to Friction

Cu ft Free Air Per Min	Equivalent Cu ft Compressed Air Per Min	Nominal Diameter, In. 1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	3	4	6	8	10	12
10	1.28	6.50	.99	0.28									
20	2.56	25.9	3.90	1.11	0.25	0.11							
30	3.84	58.5	9.01	2.51	0.57	0.26							
40	5.12	....	16.0	4.45	1.03	0.46							
50	6.41	....	25.1	9.96	1.61	0.71	0.19						
60	7.68	....	36.2	10.0	2.32	1.02	0.28						
70	8.96	....	49.3	13.7	3.16	1.40	0.37						
80	10.24	....	64.5.	17.8	4.14	1.83	0.49						
90	11.52	....	82.8	22.6	5.23	2.32	0.62						
100	12.81	....	....	27.9	6.47	2.86	0.77						
125	15.82	....	....	48.6	10.2	4.49	1.19						
150	19.23	....	....	62.8	14.6	6.43	1.72	0.21					
175	22.40	....	....	....	19.8	8.72	2.36	0.28					
200	25.62	....	....	....	25.9	11.4	3.06	0.37					
250	31.64	....	....	....	40.4	17.9	4.78	0.58					
300	38.44	....	....	....	58.2	25.8	6.85	0.84	0.20				
350	44.80	....	....	....	....	35.1	9.36	1.14	0.27				
400	51.24	....	....	....	....	45.8	12.1	1.50	0.35				
450	57.65	....	....	....	....	58.0	15.4	1.89	0.46				
500	63.28	....	....	....	....	71.6	19.2	2.34	0.55				
600	76.88	....	....	....	....	....	27.6	3.36	0.79				
700	89.60	....	....	....	....	....	37.7	4.55	1.09				
800	102.5	....	....	....	....	....	49.0	5.89	1.42				
900	115.3	....	....	....	....	....	62.3	7.6	1.80				
1,000	128.1	....	....	....	....	....	76.9	9.3	2.21				
1,500	192.3	....	....	....	....	....	....	21.0	4.9	0.57			
2,000	256.2	....	....	....	....	....	....	37.4	8.8	0.99	0.24		
2,500	316.4	....	....	....	....	....	....	58.4	13.8	1.57	0.37		
3,000	384.6	....	....	....	....	....	....	84.1	20.0	2.26	0.53		
3,500	447.8	....	....	....	....	....	....	....	27.2	3.04	0.70	0.22	
4,000	512.4	....	....	....	....	....	....	....	35.5	4.01	0.94	0.28	
4,500	576.5	....	....	....	....	....	....	....	45.0	5.10	1.19	0.36	
5,000	632.8	....	....	....	....	....	....	....	55.6	6.3	1.47	0.44	0.17
6,000	768.8	....	....	....	....	....	....	....	80.0	9.1	2.11	0.64	0.24
7,000	896.0	....	....	....	....	....	....	....	....	12.2	2.88	0.87	0.33
8,000	1,025	....	....	....	....	....	....	....	....	16.1	3.77	1.12	0.46
9,000	1,153	....	....	....	....	....	....	....	....	20.4	4.77	1.43	0.57
10,000	1,280	....	....	....	....	....	....	....	....	25.1	5.88	1.77	0.69
11,000	1,410	....	....	....	....	....	....	....	....	30.4	7.10	2.14	0.83
12,000	1,540	....	....	....	....	....	....	....	....	36.2	8.5	2.54	0.98
13,000	1,668	....	....	....	....	....	....	....	....	42.6	9.8	2.98	1.15
14,000	1,795	....	....	....	....	....	....	....	....	49.2	11.5	3.46	1.35
15,000	1,923	....	....	....	....	....	....	....	....	56.6	13.2	3.97	1.53
16,000	2,050	....	....	....	....	....	....	....	....	64.5	15.0	4.52	1.75
18,000	2,310	....	....	....	....	....	....	....	....	81.5	19.0	5.72	2.22
20,000	2,560	....	....	....	....	....	....	....	....	....	23.6	7.0	2.74
22,000	2,820	....	....	....	....	....	....	....	....	....	28.5	8.5	3.33
24,000	3,080	....	....	....	....	....	....	....	....	....	33.8	10.0	3.85
26,000	3,338	....	....	....	....	....	....	....	....	....	39.7	11.9	4.65
28,000	3,590	....	....	....	....	....	....	....	....	....	46.2	13.8	5.40
30,000	3,850	....	....	....	....	....	....	....	....	....	53.0	15.9	6.17

In psi in 1000 ft of pipe, 100 lb gage initial pressure. For longer or shorter lengths of pipe the friction loss is proportional to the length, i.e., for 500 ft, one-half of the above; for 4,000 ft, four times the above, etc.

Gráfica tomada del Manual de Aire Comprimido y Gas. Para otros valores de presión, consulte www.cagi.org.



Apéndice B: factores de corrección para secadores refrigerativos KAESER.

Secotec

Factores de corrección de capacidad por condiciones de operación.

Presión (psig)	Temperatura (°F) 75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
60	0.95				0.85	0.76	0.67	0.59	0.52	0.46	0.41	0.36
80	1.10				0.98	0.88	0.77	0.68	0.60	0.53	0.48	0.42
100	1.25				1.12	1.00	0.88	0.78	0.69	0.61	0.54	0.48
120	1.32				1.18	1.06	0.93	0.82	0.73	0.64	0.57	0.50
140	1.38				1.24	1.11	0.97	0.86	0.76	0.67	0.60	0.53
160	1.45				1.29	1.16	1.02	0.90	0.80	0.70	0.62	0.55
180	1.50				1.34	1.20	1.05	0.93	0.82	0.73	0.65	0.57
200	1.54				1.38	1.23	1.08	0.96	0.85	0.75	0.67	0.59
230	1.58				1.42	1.26	1.11	0.99	0.87	0.77	0.69	0.60

Factores de corrección de capacidad por temperatura ambiente.

	Temperatura ambiente (°F) 75	80	85	90	95	100	105	110
Factor	1.09				1.05	1.00	0.96	0.92

Kryosec

Factores de corrección de capacidad por condiciones de operación.

Presión (psig)	Temperatura (°F) 75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
60	0.95				0.85	0.76	0.67	0.59	0.52	0.46	0.41	0.36
80	1.10				0.98	0.88	0.77	0.68	0.60	0.53	0.48	0.42
100	1.25				1.12	1.00	0.88	0.78	0.69	0.61	0.54	0.48
120	1.32				1.18	1.06	0.93	0.82	0.73	0.64	0.57	0.50
140	1.38				1.24	1.11	0.97	0.86	0.76	0.67	0.60	0.53
160	1.45				1.29	1.16	1.02	0.90	0.80	0.70	0.62	0.55
180	1.50				1.34	1.20	1.05	0.93	0.82	0.73	0.65	0.57
200	1.54				1.38	1.23	1.08	0.96	0.85	0.75	0.67	0.59
230	1.58				1.42	1.26	1.11	0.99	0.87	0.77	0.69	0.60

Factores de corrección de capacidad por temperatura ambiente.

	Temperatura ambiente (°F) 75	80	85	90	95	100	105	110
Factor	1.09				1.05	1.00	0.96	0.92

Selección del secador adecuado.

Para corregir la capacidad nominal a las condiciones reales de operación, consulte los “Factores de corrección por condiciones de operación” y “Factores de corrección por temperatura ambiente”. Encuentre los factores de corrección de capacidad para las condiciones de admisión y ambiente, multiplique estos factores para calcular el factor “total” de corrección de capacidad, después multiplique la capacidad nominal del secador por el factor “total” para determinar su capacidad a las condiciones de operación. Los factores de corrección de capacidad para ciertas condiciones no mostradas se pueden interpolar.
Observe que estos factores de corrección están especificados para modelos de secadores KAESER. Para asistencia adicional en selección de secadores y su instalación, contacte su asesor autorizado de KAESER.

Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados
Tubería
Mantenimiento preventivo
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

Apéndice B: factores de corrección para secadores refrigerativos KAESER.

Series TX.

Factores de corrección de capacidad por condiciones de operación.

Presión de admisión psig	Temperatura de admisión (°F) 90	100	110	120
80	1.17	0.95	0.79	0.66
100	1.23	1.00	0.82	0.70
125	1.31	1.07	0.91	0.74
150	1.37	1.13	0.95	0.80
175	1.42	1.18	0.99	0.84
200	1.47	1.22	1.03	0.89
250	1.49	1.24	1.05	0.91

Factores de corrección de capacidad por temperatura ambiente.

	Temperatura ambiente (°F) 80	90	100	110
Factor	1.12	1.06	1.00	0.94

Selección del secador adecuado.

Para corregir la capacidad nominal a las condiciones reales de operación, consulte los “Factores de corrección por condiciones de operación” y “Factores de corrección por temperatura ambiente”. Encuentre los factores de corrección de capacidad para las condiciones de admisión y ambiente, multiplique estos factores para calcular el factor “total” de corrección de capacidad, después multiplique la capacidad nominal del secador por el factor “total” para determinar su capacidad a las condiciones de operación. Los factores de corrección de capacidad para ciertas condiciones no mostradas se pueden interpolar.

Observe que estos factores de corrección están especificados para modelos de secadores KAESER. Para asistencia adicional en selección de secadores y su instalación, contacte su asesor autorizado de KAESER.

Series con control dual y administrador de demanda.

Factores de corrección de capacidad por condiciones de operación.

Presión (psig)	Temperatura (°F) 80	85	90	95	100	105	110	115	120
80	1.50	1.34	1.17	1.06	0.95	0.87	0.79	0.73	0.66
100	1.55	1.39	1.23	1.12	1.00	0.91	0.82	0.76	0.70
110	1.58	1.42	1.26	1.15	1.03	0.94	0.86	0.79	0.72
125	1.63	1.47	1.31	1.19	1.07	0.99	0.91	0.83	0.74
145	1.69	1.52	1.36	1.24	1.12	1.03	0.94	0.87	0.79
175	1.75	1.59	1.42	1.30	1.18	1.09	0.99	0.92	0.84
200	1.80	1.64	1.47	1.35	1.22	1.13	1.03	0.96	0.89
230	1.82	1.66	1.49	1.37	1.24	1.15	1.05	0.98	0.91

Factores de corrección de capacidad por temperatura ambiente.

		Temperatura ambiente o de agua de enfriamiento (°F) 75	80	85	90	95	100	105	110
Factor	Aire de enfriamiento.	1.15	1.12	1.09	1.06	1.03	1.00	0.97	0.94
Factor	Agua de enfriamiento.	1.15				N/A			

Apéndice B: factores de corrección para secadores regenerativos KAESER.

Secadores regenerativos KAESER sin regeneración por calor (KAD).

Capacidad por flujo de admisión.

Todos los modelos (E y PS)	Flujo deInlet Flow @ 100 psig (scfm)
KAD 40	40
KAD 60	60
KAD 90	90
KAD 115	115
KAD 165	165
KAD 260	260
KAD 370	370
KAD 450	450
KAD 590	590
KAD 750	750
KAD 930	930
KAD 1130	1130
KAD 1350	1350
KAD 1550	1550
KAD 2100	2100
KAD 3000	3000
KAD 4100	4100
KAD 5400	5400

Factor de corrección por presión de admisión.

Presión de admisión (psig)	Factor
60*	0.65
70	0.74
80	0.83
90	0.91
100	1.00
110	1.04
120	1.08
130	1.12
140	1.16
150	1.20
175	1.29
200	1.37
225	1.45
250	1.52

**Para presión de operación menor a 60 psig contacte a KAESER.*

Secadores regenerativos KAESER con purga KED (con calor) y KBD (con soplador).

Flujo de aire de admisión.

Modelo KED	Flujo de admisión@ 100 psig 100°F (scfm)
300	300
400	400
500	500
600	600
750	750
900	900
1050	1050
1300	1300
1500	1500
1800	1800
2200	2200
2600	2600
3200	3200

Modelo KBD	Flujo de admisión @ 100 psig 100°F (scfm)
500	500
600	600
750	750
900	900
1050	1050
1300	1300
1500	1500
1800	1800
2200	2200
2600	2600
3200	3200
3600	3600
4300	4300

Factores de corrección KED/KBD por condiciones de admisión.

Presión psig (bar/cm2)	Temperatura de admisión °F (°C) 60 (15.6)	70 (21.1)	80 (26.7)	90 (32.2)	100 (37.8)	110 (43.3)	120 (48.9)
60 (4.2)	1.03	1.01	0.99	0.80	0.58	0.43	0.32
70 (4.9)	1.10	1.08	1.07	0.94	0.68	0.50	0.37
80 (5.6)	1.17	1.15	1.14	1.08	0.79	0.58	0.43
90 (6.3)	1.24	1.22	1.20	1.18	0.89	0.66	0.49
100 (7.0)	1.30	1.28	1.26	1.24	1.00	0.74	0.55
110 (7.0)	1.36	1.34	1.32	1.30	1.11	0.82	0.61
120 (8.4)	1.42	1.40	1.38	1.36	1.22	0.90	0.67
130 (9.1)	1.48	1.46	1.44	1.42	1.33	0.99	0.74
140 (9.8)	1.53	1.51	1.49	1.47	1.44	1.07	0.80
150 (10.6)	1.58	1.56	1.54	1.52	1.50	1.16	0.87

Selección del secador adecuado.

Para determinar el flujo de aire de admisión del secador a una presión de admisión distinta a 100 psig, multiplique el flujo nominal de admisión del secador por el factor que corresponda a la presión del sistema en la admisión del secador.

Observe que estos factores de corrección están especificados para modelos de secadores KAESER. Para asesoria adicional en selección de secadores para su instalación, contacte su asesor autorizado de KAESER.

Apéndice C: descarga de aire a través de un orificio.

TABLE 8.25 Discharge of Air Through an Orifice

Gage Pressure before Orifice, psi	Nominal Diameter, In.										
	1/64	1/32	1/16	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
	Discharge, Cu. ft. Free Air Per Min.										
1	.028	0.112	0.450	1.80	7.18	16.2	28.7	45.0	64.7	88.1	115
2	.040	0.158	0.633	2.53	10.1	22.8	40.5	63.3	91.2	124	162
3	.048	0.194	0.775	3.10	12.4	27.8	49.5	77.5	111	152	198
4	.056	0.223	0.892	3.56	14.3	32.1	57.0	89.2	128	175	228
5	.062	0.248	0.993	3.97	15.9	35.7	63.5	99.3	143	195	254
6	.068	0.272	1.09	4.34	17.4	39.1	69.5	109	156	213	278
7	.073	0.293	1.17	4.68	18.7	42.2	75.0	117	168	230	300
9	.083	0.331	1.32	5.30	21.1	47.7	84.7	132	191	260	339
12	.095	0.379	1.52	6.07	24.3	54.6	97.0	152	218	297	388
15	.105	0.420	1.68	6.72	26.9	60.5	108	168	242	329	430
20	.123	0.491	1.96	7.86	31.4	70.7	126	196	283	385	503
25	.140	0.562	2.25	8.98	35.9	80.9	144	225	323	440	575
30	.158	0.633	2.53	10.1	40.5	91.1	162	253	365	496	648
35	.176	0.703	2.81	11.3	45.0	101	180	281	405	551	720
40	.194	0.774	3.10	12.4	49.6	112	198	310	446	607	793
45	.211	0.845	3.38	13.5	54.1	122	216	338	487	662	865
50	.229	0.916	3.66	14.7	58.6	132	235	366	528	718	938
60	.264	1.06	4.23	16.9	67.6	152	271	423	609	828	1,082
70	.300	1.20	4.79	19.2	76.7	173	307	479	690	939	1,227
80	.335	1.34	5.36	21.4	85.7	193	343	536	771	1,050	1,371
90	.370	1.48	5.92	23.7	94.8	213	379	592	853	1,161	1,516
100	.406	1.62	6.49	26.0	104	234	415	649	934	1,272	1,661
110	.441	1.76	7.05	28.2	113	254	452	705	1,016	1,383	1,806
120	.476	1.91	7.62	30.5	122	274	488	762	1,097	1,494	1,951
125	.494	1.98	7.90	31.6	126	284	506	790	1,138	1,549	2,023

Based on 100% coefficient of flow. For well-rounded entrance multiply values by 0.97. For sharp-edged orifices a multiplier of 0.65 may be used.

This table will give approximate results only. For accurate measurements see ASME Power Test Code, Velocity Volume Flow Measurement.

Values for pressures from 1 to 15 psig calculated by standard adiabatic formula.

Values for pressures above 15 psig calculated by approximate formula proposed by S. A. Moss: $w = 0.5303\ aCp_1\ \ T_1$ where w = discharge in lb per sec, a = area of orifice in sq. in., C = coefficient of flow, p_1 = upstream total pressure in psia, and T_1 = upstream temperature in deg F abs.

Values used in calculating above table were C = 1.0, p_1 = gage pressure + 14.7 psi, T_1 = 530 F abs.

Weights (w) were converted to volumes using density factor of 0.07494 lb. per cu. ft. This is correct for dry air at 14.7 psia and 70°F.

Formula cannot be used where p_1 is less than two times the barometric pressure.

Gráfica tomada del Manual de Aire Comprimido y Gas. Para otros valores de presión, consulte www.cagi.org.



Introducción
Ubicación
Ventilación
Enfriamiento por agua
Suministro eléctrico
Almacenamiento correcto del aire
Equipo para mejorar el rendimiento
Calidad y tratamiento de aire
Manejo de condensados
Tubería
Mantenimiento preventivo
Fugas
Avisos de seguridad
Información adicional
Apéndices

Apéndice D: clases de calidad de aire ISO.

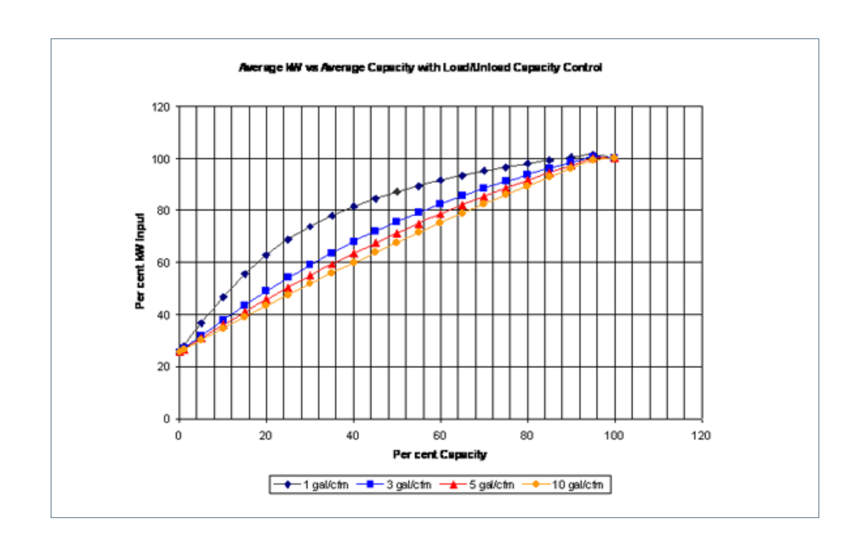
Partículas / polvo			
Clase	Nº máx. de partículas por m³ (35.31 cfm) Tamaño de part. d en µm *		
	0,1 ≤ d ≤ 0,5	0,5 ≤ d ≤ 1,0	1,0 ≤ d ≤ 5,0
0	Disposiciones individuales, consulte con KAESER		
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100
3	no definido	≤ 90.000	≤ 1.000
4	no definido	no definido	≤ 10.000
5	no definido	no definido	≤ 100.000
Clase	Tamaño de part. d en µm *		
6	$0 < C_p \leq 5$		
7	$5 < C_p \leq 10$		
X	$C_p > 10$		

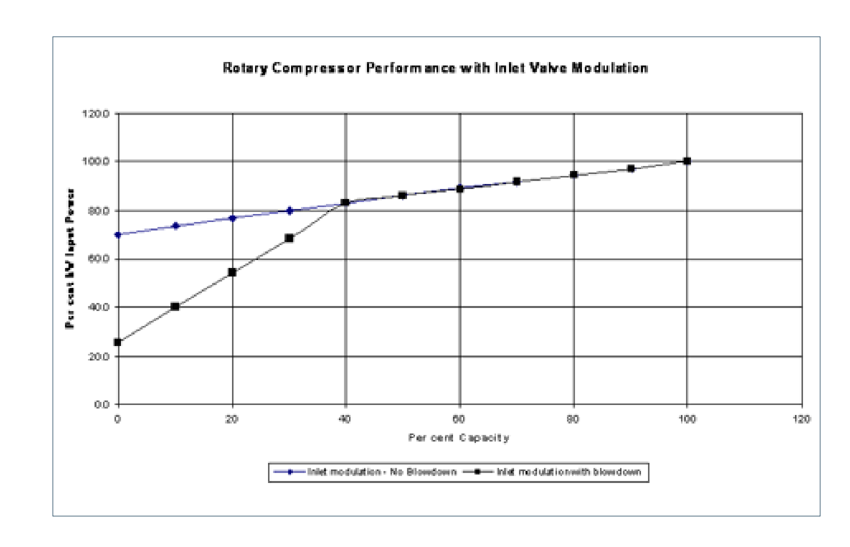
Agua	
Clase	Punto de rocío de presión, en °C (°F)
0	Disposiciones individuales, consulte con KAESER
1	≤ – 70 °C (-94 °F)
2	≤ – 40 °C (-40 °F)
3	≤ – 20 °C (-4 °F)
4	≤ + 3 °C (+38 °F)
5	≤ + 7 °C (+45 °F)
6	≤ + 10 °C (50 °F)
Clase	Concentración agua líquida C_W en g/m³(35.31 cfm) *
7	$C_W \leq 0,5$
8	$0,5 < C_W \leq 5$
9	$5 < C_W \leq 10$
X	$C_W > 10$

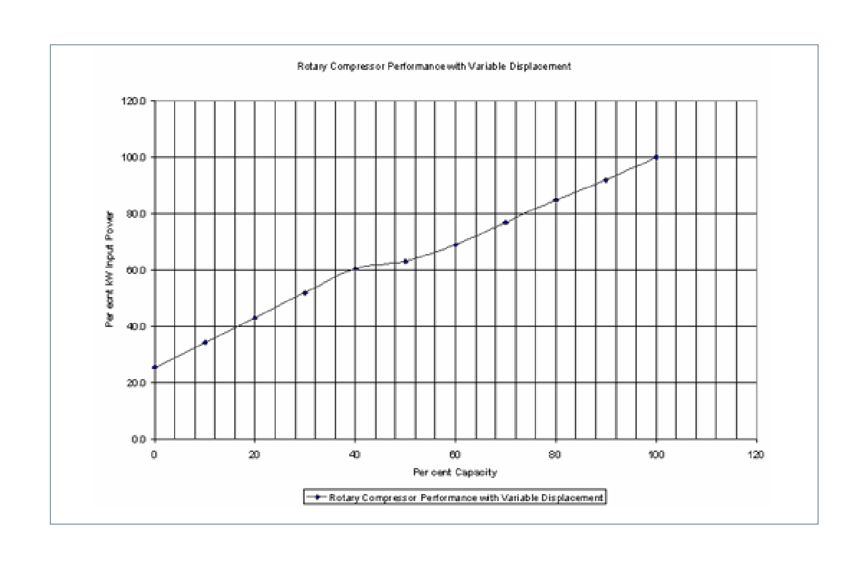
Aceite	
Clase	Concentración de aceite total (líquido, aerosol + gas), en mg/m³ (35.31 cfm)*
0	Disposiciones individuales, consulte con KAESER
1	≤ 0,01
2	≤ 0,1
3	≤ 1,0
4	≤ 5,0
X	≤ 5,0

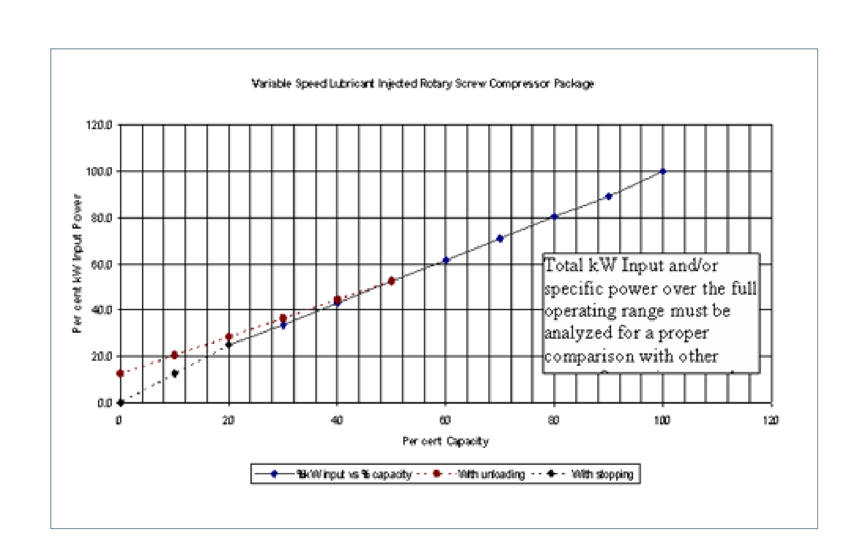
A condiciones de referencia: 68 °F, 14.5 psia, 0% de humedad relativa.

Apéndice E: curvas características potencia vs flujo.









Fuente: *Compressed Air Challenge*. Para más información, consulte: www.compressedairchallenge.org.

Especialistas en sistemas de aire comprimido

Obtenemos y mantenemos la confianza de nuestros clientes mediante el suministro de equipos y servicios de calidad superior. Nuestros productos están diseñados para una operación confiable, mantenimiento sencillo y alta eficiencia energética. Servicio al cliente oportuno y confiable, garantía de calidad, capacitación y soporte de ingeniería contribuyen al valor agregado que nuestros clientes esperan de KAESER. Nuestro personal está comprometido a implementar y mantener los más altos estándares de calidad para mantener la satisfacción del cliente. Aspiramos a la excelencia en todo lo que hacemos.



Built for a lifetime.™

KAESER Compresores de México S de RL de CV
Calle 2 #123
Parque Industrial Jurica
76100 Querétaro, Qro.
Teléfono: 01 (442) 218 64 48
sales.mexico@kaeser.com







USCASIGEB 05/15